

**ПОРОШКОВАЯ  
МЕТАЛЛУРГИЯ И СВОЙСТВА  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ  
ПОРОШКОВ**

# Что такое порошковая металлургия?

- Порошковой металлургией называют область техники, охватывающую совокупность методов изготовления порошков металлов и металлоподобных соединений, полуфабрикатов и изделий из них или их смесей с неметаллическими порошками без расплавления основного компонента



# История развития ПМ

- Порошковая металлургия существовала в Египте в III веке до н. э. Древние инки из драгоценных металлических порошков делали украшения и другие артефакты. Массовое производство изделий порошковой металлургии начинается с середины 19-го века. В 1826 году Пётр Григорьевич Соболевский и Василий Васильевич Любарский разработали способ аффинажа сырой платины и превращения ее в ковкий металл.
- Изделия порошковой металлургии сегодня используются в широком спектре отраслей, от автомобильной и аэрокосмической промышленности до электроинструментов и бытовой техники. Технология продолжает развиваться.

# Металлические порошки

- Металлическим порошком называется совокупность частиц металла, сплава или металлоподобного соединения размерами до миллиметра, находящихся в контакте и не связанных между собой.



# Свойства порошков

- ▣ В практике металлические порошки характеризуются по следующим свойствам:
  - ▣ физическим;
  - ▣ химическим;
  - ▣ технологическим.



# Химические свойства

- К химическим свойствам порошков относят в первую очередь содержание основного металла, примесей и загрязнений. На химические свойства влияет также содержание газов в связанном, адсорбированном или растворенном состоянии.
- Вредными примесями для железного порошка являются примеси кремнезёма, оксидов алюминия и марганца. Эти примеси затрудняют прессование порошков, увеличивают износ прессформ.
- Присутствие в порошках значительного количества газов (кислород, водород, азот и др.), адсорбированных на поверхности частиц, а также попавших внутрь частиц в процессе изготовления и в результате разложения при нагреве загрязнений увеличивает хрупкость порошков, затрудняет прессование. Поэтому порошки иногда подвергают вакуумной обработке для отгонки газов.

# Физические свойства

- К физическим свойствам порошков обычно относят преобладающую форму частиц и гранулометрический состав порошка.
- Форма частиц в основном зависит от способа получения и может быть сферической, губчатой, осколочной, дендритной, тарельчатой, чешуйчатой.
- Размер частиц порошков, получаемых различными методами колеблется от долей микрометра до долей миллиметра. Для получения прочной прессовки необходим порошок с определенными размерами частиц и набором их по крупности.
- Гранулометрический состав порошка представляет собой относительное содержание фракций частиц различной крупности.

# Технологические свойства

- ▣ Под технологическими свойствами порошков понимают:
  - ❖ насыпная масса порошка;
  - ❖ текучесть;
  - ❖ прессуемость.



- **Насыпная масса порошка** – это масса единицы его объёма при свободной насыпке. Она определяется плотностью материала порошка, размером и формой его частиц, плотностью укладки частиц и состоянием их поверхности.
- **Текучность порошка** – это способность перемещаться под действием силы тяжести. Текучность зависит от плотности материала, гранулометрического состава, формы и состояния поверхности частиц и влияет на производительность автоматических прессов при прессовании, так как она определяет время заполнения порошком пресс-формы.
- **Прессуемость порошка** – это способность порошка под влиянием внешнего усилия приобретать и удерживать определённую форму и размеры.

# Способы получения порошков

- Все способы получения порошков, которые встречаются в современной практике, можно разделить на две группы:
  - механические способы;
  - физико-химические.
  
- **Механическими способами** получения порошков считаются такие технологические процессы, при которых исходный материал в результате воздействия внешних сил измельчается без изменения химического состава.
  
- К **физико-химическим способам** относят такие технологические процессы, в которых получение порошка связано с изменением химического состава исходного сырья в результате глубоких физико-химических превращений. При этом конечный продукт (порошок), как правило, отличается от исходного материала по химическому составу.

# Получение металлических порошков

- ▣ Основные промышленные способы изготовления металлических порошков:
  - 1) Механическое измельчение металлов в вихревых, вибрационных и шаровых мельницах.
  - 2) Распыление расплавов (жидких металлов) сжатым воздухом или в среде инертных газов.
  - 3) Восстановление руды или окалины.
  - 4) Электролитическое осаждение металлов из растворов.
  - 5) Использование сильного тока приложенного к стержню металла в вакууме.

# Изготовление порошковых изделий

- ▣ Типовой технологический процесс изготовления деталей методом порошковой металлургии состоит из следующих основных операций:
  - ▣ приготовление шихты (смешивание)
  - ▣ Формование
  - ▣ Спекание
  - ▣ калибрование.

- Смешивание — это приготовление с помощью смесителей однородной механической смеси из металлических порошков различного химического и гранулометрического состава или смеси металлических порошков с неметаллическими.
- Формование изделий осуществляем путем холодного прессования под большим давлением (30-1000 МПа) в металлических формах. Обычно используются жёсткие закрытые пресс-формы, пресс-инструмент ориентирован, как правило, вертикально.



- Спекание изделий из однородных металлических порошков производится при температуре ниже температуры плавления металла. С повышением температуры и увеличением продолжительности спекания увеличиваются усадка, плотность, и улучшаются контакты между зернами.
- Калибрование изделий необходимо для достижения нужной точности размеров, улучшается качество поверхности и повышается прочность.
- Иногда применяются дополнительные операции: пропитка смазками, механическая доработка, термическая, химическая обработка и др.

# Преимущества и недостатки

- ▣ Благодаря структурным особенностям, продукты порошковой металлургии более термостойки, лучше переносят циклические перепады температур и напряжений деформации, а также радиоактивного излучения.
- ▣ Однако порошковая металлургия имеет и недостатки, сдерживающие её развитие: сравнительно высокая стоимость металлических порошков, необходимость спекания в защитной атмосфере, что также увеличивает себестоимость изделий порошковой металлургии, невозможность изготовления в некоторых случаях заготовок больших размеров, необходимость использования чистых исходных порошков для получения чистых металлов.