

**Перспективы использования порошковых материалов**

Студенты группы 10401121 Клепчуков Д. С., Бельский А. А.

Научный руководитель – Корнеева Е. К.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Основным сырьем порошковой металлургии являются порошки чистых металлов и сплавов, а также порошки неметаллических элементов. Порошковая металлургия – это процесс смешивания мелких порошкообразных материалов, прессования их в желаемую форму (уплотнение), а затем нагревания сжатого материала в контролируемой атмосфере для спекания материала. Процесс порошковой металлургии обычно состоит из четырех основных этапов: производство порошка, смешивание порошка, прессование и спекание.

Быстрый рост порошковой металлургии связан со многими технологическими достижениями, которые упростили процесс и сделали его таким эффективным. Благодаря многочисленным инновациям он превратился из любопытного метода производства в недорогое средство производства сложных точных деталей.

Процесс порошковой металлургии является экологически безопасным методом производства. Поразительные 97% материалов, используемых для производства деталей методом порошковой металлургии, становятся частью конечного продукта. В порошковой металлургии очень мало отходов и нет лома. Каждая частица порошка, поступающая в процесс, включается в готовый компонент. Помимо того, что это экологически безопасно, отсутствие отходов является значительной экономией средств [1].

Детали и изделия, изготовленные методом порошковой металлургии, не требуют вторичной обработки. Кроме того, детали из порошковой металлургии имеют исключительно высокую точность размеров. Свойства изделий, получаемых методом порошковой металлургии, зависят от характеристик и свойств порошка. Одним из способов получения порошка для порошковой металлургии является распыление расплава. В этом процессе жидкий металл разбивается на крошечные капельки, которые охлаждаются и затвердевают в мельчайшие частицы.

Методы порошковой металлургии обеспечивают гибкость при проектировании микроструктуры материалов, поскольку во время спекания основная часть материала остается в твердом состоянии. В настоящее время при наличии современного технологического оборудования и мощных аналитических инструментов возможны углубленные исследования механизмов формирования материалов, действующих при спекании. В настоящее время методом порошковой металлургии производится широкий спектр материалов, включая сплавы и композиты, для достижения новых уровней свойств и характеристик. Порошки получают механическими или физико-механическими методами. К первым относят измельчение металлов в вихревых, вибрационных и шаровых мельницах или более производительное и экономичное распыление жидких металлов. Ко вторым – химическое восстановление металлов из окислов, электролиз расплавленных солей и др.

Основной метод формования порошковых материалов – прессование в пресс-формах из закаленной стали под давлением 200–1000 МПа. Уплотнительные прессы для порошковой металлургии имеют ту же конструкцию и конфигурацию, что и для формовки металла, и включают в себя механические, гидравлические, опорные, ротационные, изостатические и формовочные прессы. Подобные механизмы для порошков способны спрессовывать широкий ассортимент материалов в формы, размеры и плотность, которые могут потребоваться для любой детали.

Хотя деталь полностью сформирована после уплотнения, она недостаточно стабильна для использования в качестве компонента, и ее необходимо нагревать, чтобы она приобрела твердую форму. Это делается с помощью агломерационной машины. Термин «спекание» относится к процессу, который нагревает и формирует твердую массу без плавления или разжижения. Тепло, применяемое во время спекания, точно контролируется таким образом, чтобы

оно было чуть ниже точки плавления металлического порошка. В процессе порошковой металлургии спекание является важной процедурой, которая придает заготовке механическую прочность, плотность и прозрачность.

Каждый метод порошковой металлургии начинается с производства порошка, который дорабатывается в соответствии с потребностями детали и ее конечным использованием. Производство порошка определяет характеристики и свойства детали. Получение металлических порошков – самый затратный и трудоемкий этап производственного процесса. При этом набор заданных эксплуатационных характеристик определяется физико-химическими свойствами, насыпной плотностью, размерами частиц и рядом других функциональных критериев применяемых порошков [2].

К основным промышленным методам получения порошков металлов относятся:

- метод электролиза (электролитический метод) с осаждением на катоде металлов из растворов/расплавов под воздействием постоянного тока (порошки электролитические ПЭ);
- метод карбонильной диссоциации – разложение карбониллов на металлическую порошковую фракцию и газообразный монооксид углерода (СО);
- метод химического восстановления металла из первичного сырья (руд, окислов и т.п.).

Основными преимуществами использования порошковых материалов для суперсплавов является возможность добавления большего количества легирующих элементов для повышения жаропрочности, более однородный состав и распределение фаз, более мелкий размер зерна, снижение сегрегации карбидов и, в некоторых случаях, более высокий выход материала.

Однако порошковая металлургия не избавлена и от определенных недостатков, к которым, в частности, относятся:

- сравнительно высокая стоимость металлических порошков;
- необходимость спекания в защитной атмосфере, что увеличивает себестоимость изделий порошковой металлургии;
- трудность изготовления изделий и заготовок больших размеров;
- сложность получения металлов и сплавов в компактном состоянии;
- необходимость применения чистых исходных порошков для получения чистых металлов.

Недостатки порошковой металлургии и некоторые ее достоинства нельзя рассматривать как постоянно действующие факторы: в значительной степени они зависят от состояния и развития как самой порошковой металлургии, так и других отраслей промышленности. По мере развития техники порошковая металлургия может вытесняться из одних областей и, наоборот, завоевывать другие.

Важной чертой порошковой металлургии считается возможность при ее введении значительно увеличить показатель полезного применения исходных компонентов, т.е. сократить отходы при их изготовлении, а также обработке [3].

С помощью порошковой металлургии возможно получение таких видов изделий как компактная металлокерамика, металлокерамические твердые сплавы, ферриты, антифрикционные и фрикционные изделия, фильтры. и др.

Быстрый рост порошковой металлургии связан со многими технологическими достижениями, которые упростили процесс и сделали его таким эффективным. Благодаря многочисленным инновациям он превратился из любопытного метода производства в недорогое средство производства точных сложных деталей.

Вместе с использованием порошковой металлургии возникла вероятность наиболее экономного применения материалов, а также повышения точности размеров широкой номенклатуры продуктов (детали машин, калибры, диски газовых турбин, а также др.). Таким образом, потери использованного материала при производстве деталей автомобилей способами порошковой металлургии не превышают 7–10%, в таком случае период как при применении классических методов они могут достигать 60%.

Порошковая металлургия, являясь одним из сравнительно новых направлений нынешнего материаловедения, формируется быстрыми темпами. Вот по какой причине ее немногочисленные недочеты маловероятно необходимо принимать в качестве постоянно функционирующих факторов. Согласно дальнейшего развития научно-технического прогресса способ порошковой металлургии будет становиться все более значимым в целях повседневной жизнедеятельности.

#### **Список использованных источников**

1. Станков и К<sup>о</sup> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sakhkor.ru>. – Дата доступа: 16.11.2022.
2. Станок-эксперт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://npfgeoprom.ru>. – Дата доступа: 12.11.2022.
3. НПК Метотехника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.metotech.ru>. – Дата доступа: 17.11.2022.