

УДК 621.762

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СФЕРИЧЕСКОГО ПОРОШКА ИЗ ТИТАНА ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО АТОМИЗАЦИИСмирнов Савелий Алексеевич⁽¹⁾, Кирсанкин Андрей Александрович⁽²⁾,*Студент магистр 2 года⁽¹⁾,
кафедра «Материаловедение»**Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана**Научный консультант⁽²⁾,**с. н. с. лаборатории физико-химических основ металлургии цветных и редких металлов**Научный руководитель: С.Ю. Шевченко,**к.т.н., доцент кафедры «Материаловедение» МГТУ им. Н.Э.Баумана*

Основным преимуществом применения аддитивных технологий в различных областях является возможность изготовления изделий со сложной геометрией. В качестве основного сырья в аддитивном производстве используется сферический порошок, который должен соответствовать определенным требованиям по фракционному составу и технологическим характеристикам [1]. К этим характеристикам в первую очередь относятся текучесть и насыпная плотность. В данной работе приводится анализ морфологии частиц и технологических свойств сферического порошка, полученного методом плазменного атомизации проволоки из технического титана ВТ1-00.

Порошок титана был получен методом плазменного атомизации проволоки. На основе данного метода на базе ИМЕТ РАН собран лабораторный стенд плазменной атомизации проволоки [2], который состоит из плазматрона, источника питания, систем подачи проволоки и газа, распылительной камеры, сборника порошка, систем вакуумирования, водоохлаждения камеры и фильтрации газов. Стенд позволяет варьировать параметры процесса распыления: сила тока дуги, скорость подачи плазмообразующего и обжимного газа, скорость подачи проволоки. В работе использовалась проволока диаметром 1.6 мм. В качестве плазмообразующего и обжимного газов использовался аргон высокой чистоты.

Для исследования морфологии частиц был применен металлографический анализ и сканирующей электронной микроскоп ThermoScientific Phenom. Основные технологические свойства полученного порошка определялись с помощью стандартных методов: текучесть методом воронки Холла по ГОСТ 20899-98; насыпная плотность по ГОСТ 19440-94.

На рисунке 1 представлено изображение частиц порошка и поверхности металлографического шлифа с частицами порошка титана.

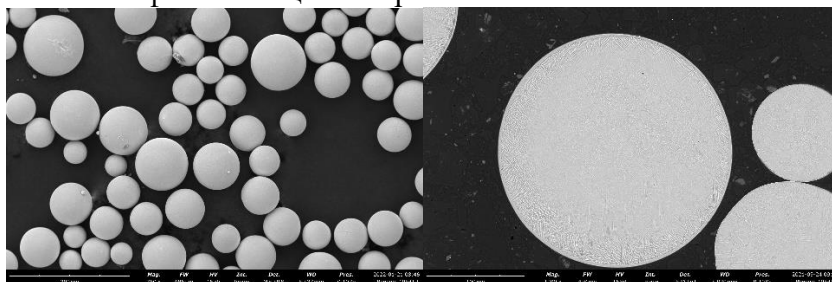


Рисунок 1. СЭМ-изображение частиц порошка (слева) и поверхности металлографического шлифа с частицами порошка титана (справа).

Частицы порошка имеют сферическую форму. Поверхность частиц практически не имеет дефектов в виде сателлитов и кратеров. Анализ внутренней структуры установил, что внутри частиц отсутствуют газовые поры, пустоты и раковины, то есть частицы являются сплошными. На большинстве частиц игольчатая (мартенситная) структура, по окантовке структура более ярко выражена.

Для полученного сферического порошка титана текучесть 50 г порошка, измеренная с помощью воронки Холла, составила 28 секунд. По результатам измерений насыпная плотность получилась 2,66 г/см³, что сопоставимо с значениями насыпной плотности для коммерческих порошков титана.

Полученный порошок титана характеризуется тем, что поверхности частиц порошка практически отсутствуют дефекты. На отдельных частицах наблюдаются кратеры, возникающие в результате соударения частиц. Анализ внутренней структуры показал, что частицы не имеют внутренних пор и других дефектов. Показатели текучести и насыпной плотности порошка титана сопоставимы с характеристиками коммерческих аналогов. Полученные результаты позволяют установить, что с методом плазменного атомизации проволоки можно получать сферический порошок титана, морфология которого удовлетворяет требованиям большинства аддитивных методов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 21-79-00259)

Литература

1. Колмаков А. Г. и др. Коррозионностойкие стали в аддитивном производстве //Известия высших учебных заведений. Черная Металлургия. – 2021. – Т. 64. – №. 9. – С. 619-650
2. Kalayda T. A. et al. The plasma atomization process for the Ti-Al-V powder production //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Т. 1942. – №. 1. – С. 012046.