

Литейно-металлургический способ получения порошков для защитных покрытий

Шейнерт В.А., Слуцкий А.Г., Девойно О.Г., Зык Н.В.
Белорусский национальный технический университет

Для нанесения защитных покрытий многофункционального назначения с использованием высокоэнергетических тепловых потоков (плазма, лазер) используются различные составы сложных интерметаллических порошковых материалов.

Важной технологической характеристикой порошков является их текучесть, что обуславливает стабильность подачи материалов, возможность точной регулировки расхода. С этой целью используются частицы сферической формы с незначительной пористостью и размером не менее 10 мкм [1]. Средний размер частиц порошков для газотермического напыления и широта диапазона используемой фракции являются одной из важнейших характеристик материала. Эти показатели зависят от состава напыляемого материала, используемого типа оборудования и заданных свойств покрытия.

Поскольку металлические порошки, предназначенные для газотермического напыления, в основном являются высоколегированными материалами, для которых очень важно обеспечение однородности частиц по составу, для их изготовления наиболее удобен метод распыления – диспергирование струи расплавленного металла или сплава с последующей кристаллизацией микрокапель.

Методами распыления можно получать порошки различной дисперсности и состава практически из всех металлов и сплавов. Для распыления тугоплавких металлов (ниобия, молибдена, вольфрама) используют дуговые плазмотроны. Распыление осуществляют в воду или в защитную газовую среду (в последнем случае частицы порошка не окисляются). Распыленные металлы подвергают сушке, отжигу, расसेву на нужные фракции.

Другим распространенным способом получения порошков для напыления является механическое измельчение (дробление, размол) компактных материалов. Этот способ применяют для хрупких металлов и сплавов. К ним могут быть отнесены материалы с высоким содержанием оксидов, силицидов, боридов, карбидов, например высоколегированные износостойкие чугуны [2].

В лабораторных условиях апробирован вариант получения компактных слитков, с использованием высокоскоростной индукционной плавильной установки. В качестве объекта исследований были выбраны два типа сплавов - комплексный силицид, на основе никеля и титана и хромкремниевый износостойкий чугун. Плавка шихты производилась в нейтральной атмосфере скоростным сплавлением, с последующей разливкой в массивную графитовую форму, что обеспечивало получение мелкодисперсной напряжённой структуры. В дальнейшем слитки подвергались дроблению и размолу до требуемых фракций.

Предварительное дробление слитков до размеров частиц около $5 \cdot 10^{-3}$ м производилось в ударной ступе и не вызывало трудностей, также сравнительно легко прошёл размол до размера 100 мкм в шаровой мельнице типа «пьяная бочка», а для получения фракции 40-60 мкм) необходимой для напыления, использовали центробежную мельницу.

В результате операций размола частицы порошков имели относительно равноосную, но осколочную, остроугольную форму, что не обеспечивало стабильную работу питателей-дозаторов установок напыления покрытий. Для увеличения технологической текучести полученных порошков применили окатывание их в барабане с корундовыми шарами в течение 10 часов с последующим пневматическим обеспыливанием.

На рисунке 1 приведены основные этапы процесса изготовления порошка из комплексного силицида.



Рисунок 1. – Этапы получения порошка из быстроохлаждённых слитков
 а – плавильная печь, б) – полученный слиток; в– после дробления г-после размола

Такая методика [3] использовалась для получения всех испытанных материалов содержащих силициды и карбиды в матрицах твёрдых растворов.

В лаборатории Плазменных технологий НИПИ филиал БНТУ проведены испытания опытных образцов порошка комплексного силицида и хромосилицида при нанесении покрытий на алюминиевые и стальные заготовки (рисунок 2.)

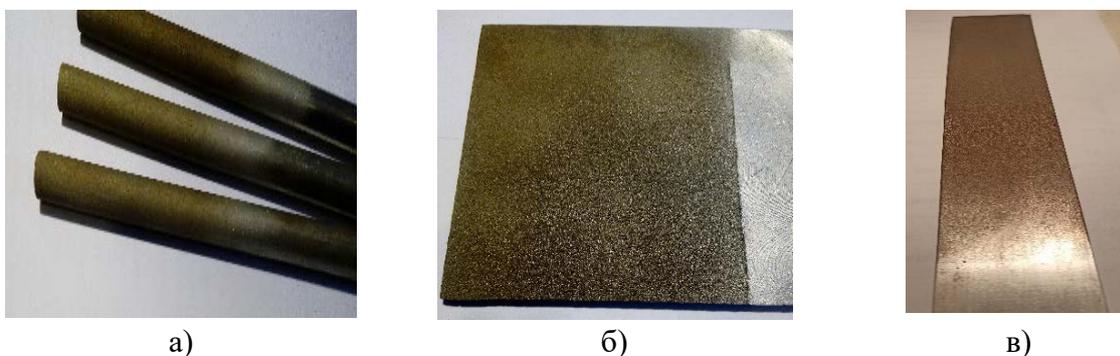


Рисунок 2. – Покрытие, нанесенное газопламенным напылением порошков на стальную трубу (а), алюминиевую пластину (б) и пластина с покрытием после прокатки (в)

Полученные покрытия на листовых заготовках выдерживали без отслаивания и растрескивания загиб на угол 90° и прокатку в валках диаметром $10 \cdot 10^{-2}$ м с обжатием 30%.

Таким образом, в результате выполненных исследований:

- экспериментально опробован процесс изготовления закаленных слитков с использованием вакуумной индукционной плавки и разработаны технологические схемы получения порошков износостойких и жаростойких материалов для напыления с выходом на лабораторное производство;
- подобраны составы интерметаллических материалов для износостойких покрытий на основе хромосилицида и комплексных силицидов, содержащих никель и титан;
- в лабораторных условиях опробована технология получения слитков износостойких и жаростойких материалов в вакуумной индукционной печи.
- разработаны методики получения порошков на их основе дроблением и фракционированием литой термонапряженной заготовки;
- изготовлены опытные образцы порошков и получены предварительные результаты их испытаний при нанесении покрытий газопламенным напылением.

Литература

1. Борисов, Ю.С. Газотермические покрытия из порошковых материалов / Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов, С.Л. Сидоренко, Е.Н. Ардаговская. – Киев: Научная думка, 1987. – 543 с.

2. Слуцкий, А.Г. Способы получения износостойких материалов для защитных покрытий с использованием литейно-металлургических методов / А.Г. Слуцкий, Н.В. Зык, В.А. Шейнерт, И.А. Касперович, Е.А. Малышко // *Металлургия: Республиканский межведомственный сборник научных трудов* в 2 ч. – Минск: БНТУ, 2021. – Вып. 42 с.216-225.

3. Хорольский, П.Д. Способы получения износостойких порошковых материалов для защитных покрытий с использованием плазмы и лазера / Хорольский П.Д., Раков И.Г. В.А. Шейнерт // *Новые материалы и технологии их обработки: материалы XXII Респ. студ. научн.-техн. конф.*, Минск, 21-22 апреля 2021 г. / *Белорус. нац. техн. ун-т : ред. кол.: И.А Иванов [и др.]*. – Минск, 2021. – С. 21-25.