

**Исследование структуры осажденных материалов
на границе частица – покрытие при магнетронном распылении**

Ковалевская А.В., Жук А.Е., Григорьев С.В.
Белорусский национальный технический университет

Анализ морфологии поверхностей исследованных порошков с покрытием показал, что для обеспечения качественного покрытия частиц следует использовать частицы округлой формы с повышенной сыпучестью, не склонных к агломерации. Тонкопленочные (20-100 нм) покрытия получают, размещая подложку вблизи (до 50 мм) катода, время распыления 30-600 с. Увеличение длительности процесса распыления, как минимум на порядок, позволило изготовить порошки – композиты толщиной свыше 100 нм, размещение порошка на расстоянии до 200 мм в зоне плазменной тени, где распыляемые потоки обладают низкой энергией, позволяет конденсировать кремний, молибден, графит, кобальт (сплав ЭП131) в виде смеси элементов. Полученные порошки-композиты выполняют технологическую функцию создания нового композиционного пористого или высокоплотного материала. Комбинированные катоды позволяют транспортировать и осаждать материалы в виде атомов, кластеров и дисперсных частиц (капельной фазы). Структура осажденных материалов может быть аморфной или аморфно-кристаллической, что связано с интенсивностью отвода тепла и склонности материала (кремния и углерода) к аморфизации. Разработано несколько моделей образования таких структур. Кластерная модель образования аморфного состояния рассматривает кластеры как группировки или конфигурации с повышенной упорядоченностью в их взаимном расположении и с более сильными внутренними связями по сравнению с внешними. При магнетронном распылении комбинированных катодов формируются кластеры, например, кремния, которые в процессе осаждения формируют ступенчатую конфигурацию, не имеющую физической поверхности раздела. Активированные порошки с покрытием размещали в реакторе дилатометра «Netzsch 402 Е» (Германия). с уплотнением порошка и осуществляли нагрев со скоростью 5 – 8 °С/мин, что позволяло определить температуры фазовых превращений. По диаграммам двойных сплавов определяли возможное образование химического соединения в покрытии и на границе покрытие-порошок. Изучение морфологии поверхности частиц и покрытий после нагрева в дилатометре и вакуумной печи проводили на сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения "Mira" фирмы "Tescan" (Чехия). Фазовый состав частиц с покрытием определяли на дифрактометре ДРОН-3.0.