

## Условия получения тонкопленочных покрытий на металлической основе сферических порошков Ti и FeSi

Керженцева Л. Ф., Жук А. Е., Жук В. А.  
Белорусский национальный технический университет

Повышение характеристик пористых порошковых материалов достигается использованием сферических порошков с гладкой поверхностью, спекание которых в свободной засыпке представляет технические трудности. Получение пористых изделий из порошков с нанопокрытием из смеси компонентов, химически не взаимодействующих при осаждении и формовании, позволяет изготовить пористую заготовку с заданным распределением пор в условиях спекания. Нанесение покрытий осуществляли в условиях раздельного синтеза из смеси атомов, вступающих в реакцию при спекании. Спекание порошка Ti в вакууме наблюдается при температуре образования из смеси компонентов карбидов или силицидов, что позволяет получить пористые порошковые материалы с высокими свойствами.

Для определения температуры спекания и образования силицидов молибдена и титана проводили dilatометрические исследования порошка FeSi с покрытием Mo – Si. Конденсат из смеси Mo + Si представляет многокомпонентную систему с ограниченной взаимной растворимостью с Ti. Реакционное спекание протекает по экзотермическим реакциям ( $\text{Mo} + 2\text{Si} + \text{C} = \text{MoSi}_2\text{C}$ ). Ti в зоне контакта с конденсатом образует высоко- и низкотемпературные фазы TiSi и  $\text{TiSi}_2$  при 650–900°C.

Длительное магнетронное распыление кремния, молибдена и графита приводит к нагреву графита и ускоренному его распылению в виде дисперсных частиц. Кремний Si распыляется в виде атомов с низкой скоростью, а при нагреве свыше 600 °C распыление идет группой атомов – кластерами, тугоплавкий металл молибден распыляется с высокой скоростью атомами. Неоднородный эмиссионный поток при длительном распылении формирует в центре атомы высокоплотного Mo, на периферии атомы (кластеры) Si. При распылении Mo – C Mo распылялся на периферии, а в центре – графит (катод конической формы). Эффективность магнетронного распыления и осаждения определялась использованием электромагнитной системы с автоматической стабилизацией процесса.

Спекание порошка протекает через прослойку  $\text{MoSi}_2$  при 940–1000 °C. Использовали низкие давления рабочего газа до 0,3 – 0,35 Па при токе катодки до 1 А, что увеличило присутствие Mo в плазме. По микротвердости при нагрузке 1 кг оценивали прочность связи в спеченных частицах. Микротвердость внутри частиц 5600 МПа, на границах 5300 МПа.