

состоянии в виде смеси (Si+C) или (Mo+Si). Состав осаждаемого конденсата изменяется после обработки тонкого слоя плазмой тлеющего разряда на аморфный SiC или MoSi₂. При длительности распыления кремния и молибдена до 2ч.40мин. на поверхности частицы осаждается конденсат с формированием аморфно – кристаллической структурой, образуются поверхности покрытий с рельефом кластерных структур.

Реакционное спекание протекает по экзотермической реакции с образованием SiC или MoSi₂. Диффузионные процессы Si и Fe протекают на контакте частицы и конденсата, как одновременно с реакционным спеканием, так и при более высокой температуре с образованием Fe₃Si. При нагреве в интервале 750 – 1000 °C усадка протекает интенсивно, при температуре 940°C образуется MoSi₂. Установлен интервал температур (1000 – 1150°C), при котором происходит спекание порошков с покрытием с формированием Fe₃Si. Проводили формование и ступенчатое спекание с изотермическими выдержками в течение 1ч. при 850°C для экзотермической реакции с образованием α – SiC и при 940 °C с образованием MoSi₂ и спекание активированных частиц через прослойку Si с образованием фазы (Fe₃Si) при температуре 1150 °C. Спекание порошков с покрытием протекает в два этапа: первый – реакционное спекание Mo+2Si = MoSi₂ (с увеличением объема элементарной ячейки, так как $r_x/r_{me} > 0,59$ (правило Хегга), то образуется силициды со структурой растворов замещения) и второй этап – активированное спекание изделия с формированием окончательных свойств

УДК 621.793

Нанесение покрытий в условиях раздельного синтеза при магнетронном распылении

Жук А.Е., Григорьев С.В., Жук К.А.

Белорусский национальный технический университет

Качество покрытия достигается снижением уровня остаточных напряжений за счет согласования объемных изменений в материалах покрытия и в частицах. Механизм напыления описывает процессы эмиссии, переноса и конденсации вещества с учетом неоднородности распыляемого потока. Взаимодействия эмиссионного потока с локализованной плазмой магнетронного разряда, имеющей повышенную плотность, ограниченный объем и содержащей высокоэнергичные электроны, ионы, нейтральные атомы, приводит к активации атомов потока. Однородная область высокоэнергичных атомов при низких температурах создает условия получения аморфной структуры.

Управление процессом напыления проводят с минимальной инерцией и максимальной скоростью за счет изменения индукции магнитного поля. Нанесение покрытий в условиях раздельного синтеза позволяют получать базовой материал покрытия в аморфном состоянии в виде смеси компонентов с последующим взаимодействием их с образованием химического соединения. В условиях раздельного синтеза при размещении частиц в перемешивающем устройстве в области фарадеевого пространства, где эмиссионный поток обладает минимальной энергией, ведение процесса на мягких режимах при низком давлении рабочего газа позволило получить карбидокремниевое покрытие с тонким слоем до 20 нм с аморфной структурой, а при толщине свыше 100 нм с аморфно – кристаллической структурой. Аморфная структура напыленного базового материала (карбида кремния, дисилицида молибдена) и его способность к кристаллизации зависят от мощности подводимого теплового потока.

Реакции в покрытии протекают экзотермические карбид кремния или карбида вольфрама из смеси Si– C (W - C) и силицид молибдена из смеси Mo – Si₂. Установлено, что реакционное спекание в твердой фазе α -SiC из смеси атомов кремния и углерода состава, соответствующего стехиометрическому, протекает при температурах 540 – 890 °С, что приводит к уменьшению объема и повышению плотности покрытия. Исследования, выполненные при нагреве уплотненных порошков – композитов на dilatометре, показали, что в процессе нагрева происходит изменением линейных размеров образца, которые наблюдаются при синтезе новой фазы в материале.

УДК 539.893: 546.28.171.1

Исследование фазового состава композитов на основе тугоплавких соединений и углерода, полученных с использованием высоких давлений

Григорьев С.В., Волосатиков В.И., Сенченко Г.М.
Белорусский национальный технический университет

Для изучения влияния фуллереновой сажи на процессы структурообразования композитов на основе порошка нитрида кремния были исследованы образцы композиционного материала Si₃N₄ с добавкой 0,5 % фуллереновой сажи, которые были получены спеканием под давлением (до 4 ГПа). Температура спекания композита изменялась в диапазоне 1500 – 1900 °С. Фазовый состав и параметры тонкой структуры полученных образцов исследовались на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3. Использовалось Cu_{K α} монохроматизированное рентгеновское