

**Металлургическая обработка алюмоматричных композиций
для получения порошковых материалов с высоким
содержанием алюмооксидных фаз**

Студент гр. 10405319 Руленков А.Д.
Научный руководитель – Рафальский И.В.
Белорусский национальный технический университет
г.Минск

Порошковые материалы широко применяются для получения многофункциональных (термобарьерных, защитных) покрытий методами газотермического напыления, обеспечивающих повышенную износостойкость, термостойкость, коррозионную стойкость, электро- и теплоизоляцию, восстановление поверхности изношенных деталей. Как правило, используются керамические порошковые материалы, преимущественно, на основе оксидов алюминия (Al_2O_3), циркония (ZrO_2), иттрия (Y_2O_3), магния (MgO), кальция (CaO) и др. Непрерывное развитие способов получения покрытий и разработка новых материалов и оборудования для их распыления привели к широкому использованию газотермических технологий во многих, в том числе, стратегически важных отраслях: автомобилестроение, авиастроение, энергетика, транспортное машиностроение, нефтегазовая промышленность, биомедицина, электроника, строительство и др.

Структура и свойства защитных покрытий определяются, прежде всего, параметрами технологического процесса, применяемого технического оборудования, составом и свойствами исходных материалов для напыления. В качестве исходного сырья для формирования керамических покрытий наиболее предпочтительными являются порошковые материалы, поскольку изготовление стержневых и проволочных керамических материалов сопряжено с технологическими сложностями и требует дополнительных затрат. Оптимальным является использование порошковых материалов микрометрового размера в диапазоне от 30 до 90 мкм.

Нанесение керамических порошковых покрытий преимущественно осуществляют методами газоплазменного напыления (APS-процесс), но также может использоваться технология высокоскоростного газопламенного напыления (HVOF-процесс).

Актуальной проблемой является применение наноразмерных и субмикронных порошковых материалов газотермического напыления при получении наноструктурированных покрытий, поскольку частицы с нано- и субмикронными размерами в исходном состоянии не могут непосредственно переноситься от устройства подачи порошка к распылительному соплу. Получение наноструктурированных керамических покрытий на основе оксида алюминия может быть реализовано при использовании в качестве исходных компонентов порошков микрометрового размера, состоящих из агломерированных наноразмерных частиц (до 100 нм), либо жидких суспензий с частицами субмикрометрового или нанометрового размера (стабильный золь с наноразмерными частицами).

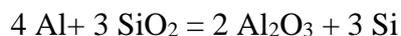
Типичными представителями керамических газотермических покрытий являются покрытия на основе Al_2O_3 . Независимо от исходного состояния порошка оксида алюминия, эти покрытия могут включать не только термодинамически стабильную фазу $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, но и различные переходные модификации Al_2O_3 , включая фазу $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, что приводит к снижению механических и эксплуатационных свойств покрытия по сравнению со свойствами спеченного корунда ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$).

Высокотемпературная термическая обработка (ВТО) керамического покрытия на основе оксида алюминия, полученного методами газотермического напыления, при температуре выше 1200°C обеспечивает возможность структурно-фазового превращения переходных мо-

дификаций Al_2O_3 в стабильную $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ фазу. Использование модифицирующих добавок (молибдена, бора) интенсифицирует этот процесс. Однако применение ВТО не может быть реализовано для большинства изделий из металлов и сплавов.

Фазовый переход $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ может быть предотвращен при использовании модифицирующих добавок (в том числе оксида хрома Cr_2O_3) непосредственно в процессе распыления. Однако примесные добавки оксидов приводят к снижению свойств покрытий по сравнению со спеченным корундом, при этом процесс стабилизации $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ обеспечивается только при использовании плазмы, стабилизированной водой (WSP-процесс). В связи с этим лазерная обработка поверхности керамического газотермического покрытия представляется эффективным способом повышения его свойств.

Перспективными исходными компонентами для получения порошков с высоким содержанием алюмооксидных фаз являются продукты реакции кварцевых порошковых материалов (кремнезема) с алюминием. Технологические схемы реализации процесса синтеза кварцевых порошков с алюминием реализованы в металлургическом цикле температурно-временной обработки алюмоматричных кварцсодержащих композиций в жидко-твердофазном и жидком состояниях металлической основы на основе химической реакции взаимодействия алюминия с оксидом кремния:



В качестве сырья для получения порошков с высоким содержанием алюмооксидных фаз в металлургическом цикле ТВО алюмоматричных кварцсодержащих композиций могут использоваться такие кварцсодержащие материалы, как формовочные пески (ГОСТ 2138-91). Указанные пески являются доступным и недорогим материалом, широко применяемым в литейном производстве.