

УДК 621.7

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОШКА НА ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

А. С. ФЕДОСЕНКО, В. А. БЕЛЯКОВИЧ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

На свойства плазменных газотермических покрытий существенное влияние оказывают характеристики подложки, на которой формируется слой, параметры высокотемпературного потока, а также свойства напыляемого материала. Основные из них: химический состав, способ получения, микроструктура и гранулометрический состав, технологические показатели.

Химический состав напыляемого порошка определяет его кристаллическое строение, фазовый состав, физические и механические свойства. Это, в свою очередь, существенно влияет на структуру и свойства покрытий, включая их твердость, пористость, прочность сцепления с основой, фазовый состав и т. д. Химический состав – основной фактор, определяющий выбор материала для покрытий, работающих в тех или иных условиях.

Одними из наиболее высоких эксплуатационных характеристик обладают керамические и металлокерамические покрытия. Среди керамических материалов следует выделить оксиды металлов, такие как Al_2O_3 , TiO_2 , Cr_2O_3 , ZrO_2 . Они имеют высокую твердость, низкую теплопроводность, хорошую химическую стойкость. Однако их плотность значительно ниже плотности металлов и многих бескислородных керамических соединений (карбидов, боридов и др.). В совокупности с высокой температурой плавления это создает определенные сложности при напылении. Так, в случае отклонения от оптимальных режимов напыления может существенно увеличиться пористость покрытий.

Способ получения порошка определяет форму частиц и их структуру, режимы работы оборудования – размер. Форма частиц во многом определяет технологические характеристики порошка, включая насыпную плотность, сыпучесть, склонность к комкованию и слеживанию. Также она влияет на аэродинамические характеристики, от которых существенно зависит поведение частицы в высокотемпературном потоке. Наиболее неблагоприятной формой, с точки зрения влияния на технологические свойства порошка, считается оскольчатая. Она характерна для хрупких материалов, получаемых различными способами дробления и размолла. Их применение для нанесения покрытий всегда сопряжено со сложностью обеспечения равномерной подачи в высокотемпературный поток и низким коэффициентом использования материала.

Размер частиц напыляемого материала (его гранулометрический состав)

непосредственно влияет на технологические характеристики порошка и эффективность процесса напыления. Чем мельче порошок, тем хуже его технологические свойства. Наиболее существенное значение размер частиц имеет для оксидных керамических материалов, в связи с чем подбору их оптимального размера уделяется большое внимание.

Как правило, для создания керамических покрытий используют мелкодисперсные порошки с размером частиц не более 30 мкм. В отдельных случаях размер может ограничиваться несколькими микрометрами. Это ухудшает сыпучесть и снижает насыпную плотность. Для подачи таких материалов эффективны лишь некоторые конструкции дозаторов порошков, при этом производительность напыления всегда остается на низком уровне.

Высокая температура плавления, низкая теплопроводность и плотность материалов, а также малый размер частиц, являются наихудшим сочетанием свойств для порошков, напыляемых газотермическими способами. Низкая плотность и высокая дисперсность частиц сокращает длительность их пребывания в высокотемпературном потоке по причине малой инерционности. Помимо этого, частицы с уменьшением размера быстрее остывают и тормозятся при удалении от высокотемпературной области газового потока, что затрудняет образование покрытия. В то же время при использовании крупных частиц сложно достичь требуемого ускорения в плазме и полного расплавления. Это также снижает эффективность напыления.

Для увеличения эффективности напыления керамических порошков ведется постоянный поиск новых подходов к технологическому процессу напыления, включая изменение физического состояния порошков, разработку специальных дозирующих устройств.

Структура частиц, наличие пор, химическая неоднородность, образование конгломератов, равномерность распределения компонентов способны оказывать значительное влияние на пористость и однородность формируемого слоя, а следовательно, на его теплопроводность, твердость, износостойкость. Улучшения качества покрытий из неоднородных материалов можно достичь, к примеру, использованием более мощных или более высокоэнтальпийных источников тепла.

Таким образом, на эффективность процесса напыления значительное влияние оказывают как характеристики порошка, так и режимы работы оборудования. Для достижения высокой производительности напыления покрытий из труднонапыляемых порошков необходимо учитывать значительное количество факторов. При этом до настоящего времени эффективность напыления керамических покрытий остается на низком уровне, а ее увеличение возможно благодаря поиску новых технологических решений.