

## СТРУКТУРА ПОРОШКОВЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

О.П.Кульментьева, Д.В. Бражник

Основными процессами, происходящими с напыляемым порошковым материалом в потоке при плазменном напылении, являются: нагрев до плавления; придание направленного движения; взаимодействие частицы с окружающей средой; изменение реальной формы частиц в плазменном потоке; изменение дисперсности частиц материала в результате их обработки в плазменном потоке; внешние приповерхностные явления, сопровождающие распыление частиц; изменение структуры и агрегатного состояния частиц дисперсной фазы в потоке плазмы.

В зависимости от соотношения тепловой и кинетической энергий распыляемых частиц, в момент встречи с подложкой возможно образование таких типов структуры напыляемого покрытия как:

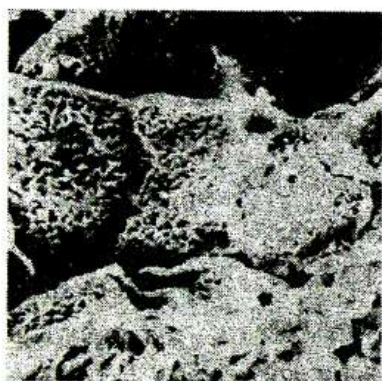
- покрытия с зернистой структурой (могут быть получены тогда, когда кинетической и тепловой энергии недостаточно для деформации частиц);
- слоистые структуры (образуются из расплавленных частиц, имеющих сравнительно высокую скорость движения в момент удара о подложку).

Формирование плазменно-напыляемого материала происходит путем постепенного наложения отдельных, дискретно твердеющих с высокой скоростью частиц друг на друга в слоях и последовательного формирования всего материала.

Соударение расплавленной частицы дисперсной фазы с твердой поверхностью формируемого материала или основы, сопровождается ее сильной деформацией. Процессы удара и деформации частиц происходят одновременно с их затвердением. Характер протекания этого процесса зависит от температуры, скорости агрегатного состояния частиц

перед соударением, а также от условий на поверхности основы. Покрытие формируется из индивидуально затвердевших частиц, что приводит к образованию характерной чешуйчатой структуры.

В результате формирования порошковых плазменных покрытий, в них появляются закрытые или открытые поры, образование которых обусловлено различными причинами (укладкой частиц в слой, фрагментацией частиц напыляемого материала, газовыделением).



а)



б)

На рисунке приведено электронно-микроскопическое изображение покрытия из  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , полученного плазменным распылением. Представлена структура поверхности покрытия (а) и структура покрытия в сечении, параллельном направлению движения плазменного потока, (б). На поверхности отчетливо видны все перечисленные выше элементы структуры.

Для получения покрытия использовался плазматрон с самоустанавливающейся длиной дуги и подачей порошка в область ее анодного пятна в канале сопла-анода. Режимы работы плазматрона:  $I = 300 \text{ А}$ ,  $W = 18 \text{ кВт}$ , плазмообразующий газ  $\text{Ar} + 10\% \text{ N}_2$ , расход порошка  $0,2 \text{ кг/с}$ , что соответствует генерации плазматроном дозвуковой струи и скорости газа на выходе из сопла  $600 \text{ м/с}$ . Температура газа падает до  $3000 \text{ К}$  на расстоянии  $50 \text{ мм}$  от сопла.