УДК 533.924

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПОРИСТОСТИ ПОКРЫТИЯ И КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ НАПЫЛЯЕМЫХ ЧАСТИЦ

Д. В. ЗАЙЦЕВ

Научный руководитель С. А. ВЕЛИЧКО, д-р техн. наук, доц. Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва Саранск, Россия

Плазменное напыление порошковых материалов используется для создания покрытий, ключевыми характеристиками которых являются их пористость (Π) и коэффициент использования порошка (КИП).

Пористость покрытия оказывает прямое воздействие на способность покрытия сопротивляться воздействию высоких температур и эрозионным процессам, вызываемым абразивным износом или химической коррозией. Результаты исследований [1] показывают, что покрытия с небольшой пористостью (около 10 %) начинают разрушаться после относительно небольшого количества циклов нагрева и охлаждения (около 200). В то же время покрытия с более высокой пористостью (в диапазоне 15 %...20 %) способны выдержать в 3 раза больше термических циклов (около 600) до начала разрушения. При этом на пористость и коэффициент использования порошка значительное влияние оказывает температура частиц порошка в процессе напыления.

Цель работы – найти среднемассовую температуру частиц, определяющую оптимальные пористость и коэффициент использования порошка.

Для нанесения покрытия использовалась установка для плазменного напыления, температура изменялась на источнике питания дуги, использовался порошок оксида алюминия, размер частиц порошка 50...100 мкм.

Пористость и коэффициент использования материала плавно изменяются в зависимости от температуры в виде полинома второго порядка (рис. 1), математически может быть представлен в виде уравнения

$$\Pi(\mathcal{K}\mathcal{U}\Pi) = b_1 + b_2 \overline{T_u} + b_3 \overline{T_u^2},\tag{1}$$

где b_1 , b_2 , b_3 — коэффициенты, зависящие от материала покрытия; $\overline{T_y} = T_y / 2000$.

По рис. 1 видно, что температура 1820 К является оптимальной, т. к. при ней достигается низкая пористость материала и высокий коэффициент использования порошка, что положительно влияет на характеристики получаемого покрытия. Отклонение от этой температуры в любую сторону приводит к ухудшению одного из этих параметров.

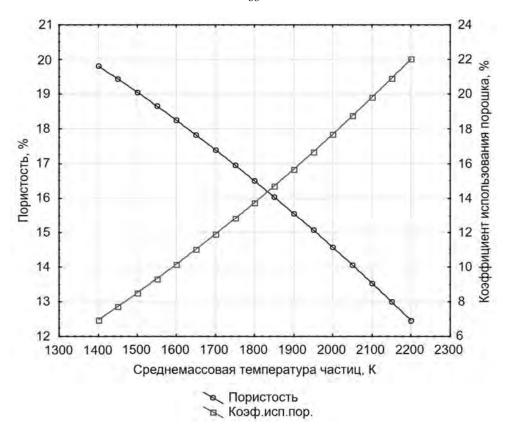


Рис. 1. Зависимость пористости и КИП от среднемассовой температуры частиц

Для определения числовых значений, характеризующих зависимость пористости и КИП от температуры, был использован метод наименьших квадратов. Данные представлены в табл. 1.

Табл. 1. Коэффициенты связи пористости и КИП с температурой частиц

Наплавляемый	Температура	Пористость	Коэффициент		
материал	$T_{^{\prime\prime}}$, K	(КИП)	b_1	b_2	<i>b</i> ₃
Al ₂ O ₃	14002200	П КИП	23,8 -5,0	0 1,0	-10,2 18,4

Bывод. Установлено, что оптимальным значениям пористости и КИП при наплавке покрытия из Al_2O_3 соответствует температура 1820 К. Определены значения коэффициентов, определяющих зависимость пористости и коэффициента использования материала от среднемассовой температуры частиц.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Трифонов, Г. И.** Восстановление поверхностей металлических изделий плазменным напылением порошковых материалов / Г. И. Трифонов, С. Ю. Жачкин, И. Н. Кравченко // Вестник машиностроения. -2025. - Т. 104, № 3. - С. 244–249.