

Баранов К.А.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ НАГРІВУ ЧАСТИНОК ПОРОШКУ ПРИ ГАЗОТЕРМІЧНОМУ НАНЕСЕННІ ПОКРИТТІВ

Газополум'яне напилення – це одержання покриття з використанням високотемпературного газового струменя та нагрітих ним і прискорених часток матеріалу, що напилюється, при зіткненні яких з основою або напиленим матеріалом виникає їх з'єднання за рахунок зварювання, адгезії та механічного зчеплення. Сутність процесів полягає у тому, що при високих температурах проходять процеси плавлення, змочування, адгезії, зчеплення, спікання, які перетворюють механічний конгломерат у міцну суцільну масу. Тому одним з головних факторів, що впливає на процес газополум'яного напилення, це температура часток при контакті з поверхнею.

Математична модель нагріву частинки в потоці теплоносія була одержана в результаті рішення рівняння теплопровідності методом Фур'є [1], за умови, що частинки мають форму кулі з радіусом r_0 , початкова їх температура складає T_0 і температура теплоносія на поверхні частинки – T_1 .

Схема дії теплоносія на частинку порошку приведена на рис. 1.

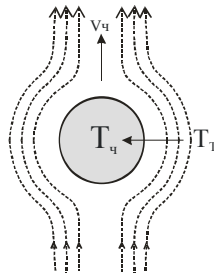


Рис.1 – Схема дії на частинку матеріалу теплового потоку

Тоді розподіл температури в кулі $T(r,t)$ у момент часу t складає:

$$T(r,t) = T_1 + 2 \frac{r_0}{\pi} (T_0 - T_1) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} \cdot e^{-\left(\frac{n\pi r_0}{r_0}\right)^2 t} \cdot \frac{\sin \frac{n\pi r}{r_0}}{r}$$

де: a^2 – коефіцієнт температуропровідності ($a^2 = \lambda/c \cdot \rho$) матеріалу порошку; λ – коефіцієнт теплопровідності; c – питома теплоємність; ρ – густина.

Якщо прийняти відстань від зрізу сопла пальника – L , а швидкість потоку теплоносія – $V_{в.п.}$, швидкість витання частинок – $V_{вит.ч.}$, то час знаходження (t) частинок матеріалу діаметром d ($d = 2r_0$) визначається залежністю

$t = L/(V_{в.п.} - V_{вит.ч.})$. Підставляючи значення t у формулу і спрямовуючи r до нуля, одержимо, що температура в центрі частинки на поверхні напилення буде рівна:

$$T(0,t) = T_1 + 2(T_0 - T_1) \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \cdot e^{-\left(\frac{n\pi r_0}{L}\right)^2 t}$$

Рівняння дозволяє, при заданій температурі в центрі частинки $T_R=0$ і часу її перебування в зоні нагріву t , визначити найбільший розмір частинок r_0 max. Допустимі значення чинників приймаємо з умови нагріву матеріалу до температури, що забезпечить зчеплення матеріалу, що напилюється, з основою.

Литература:

1. Лыков А.В. Тепломассообмен / А.В. Лыков. – М.: Энергия, 1971. – 560 с.