

**ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ АЗОТИРОВАНИЯ, ПЛОТНОСТИ ПРЕССОВОК,
ДИСПЕРСНОСТИ ПОРОШКА КРЕМНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ
АЗОТИРОВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ α - Si_3N_4 ФАЗЫ В СТРУКТУРЕ
ОБРАЗЦОВ, ПОЛУЧЕННЫХ
РЕАКЦИОННЫМ СПЕКАНИЕМ**

Е.С. Голубцова¹ д-р техн. наук, доц., Н.Б. Каледина²

¹Белорусский национальный технический университет

²Белорусский государственный технологический университет
(г. Минск, Республика Беларусь)

Наиболее технологичным методом изготовления изделий сложной формы из нитрида кремния является реакционное спекание, заключающееся в азотировании спрессованных из кремния заготовок, при котором совмещаются процессы образования нитрида кремния и его спекания. Образующийся при азотировании каждой частицы нитрид заполняет объем пор, т.к. его удельный объем существенно превышает удельный объем исходного порошка.

Исследовали влияние времени азотирования (x_1), плотности прессовок (x_2), дисперсности порошка кремния (x_3) и температуры азотирования (x_4) на содержание α - Si_3N_4 фазы в структуре азотированных образцов. Прессовали порошок различной дисперсности (4, 20 и 80 мкм) до плотности (50, 60 и 70 % от теоретической), а затем их азотировали при температурах 1300, 1350, 1400 °С в течение 10, 20 и 50 ч.

Для проведения эксперимента был выбран некомпозиционный четырехфакторный эксперимент Бокса–Бенкина $N = 3^4$ [1]. Ошибку воспроизводимости опытов s_y и дисперсию параметров оптимизации s_y^2 определяли по результатам трех параллельных опытов на нулевом уровне факторов. В качестве параметра оптимизации (y) было выбрано содержание в структуре α - Si_3N_4 фазы, определяющей во многом свойства азотированных образцов.

Преимущество этого плана состоит в том, что вместо 81 опытов ($N = 3^4$) можно провести лишь 27, чтобы получить четырехфакторную модель. После статистической обработки результатов эксперимента по методике и проверки значимости коэффициентов уравнения получили адекватную модель:

($S_{ad}^2 = 3,99225$, $F_p = \frac{3,99225}{2,25} = 1,77 < F_{кр} = 19,4$ при $\alpha = 0,05$; $f_1 = 14$ и $f_2 = 2$) в виде полинома второго порядка

$$y = 87 + 5,7x_1 + 4,5x_2 - 11x_3 + 2,1x_4 + 2,2x_1x_3 + 5,9x_2x_3 - 4,2x_1^2 - 13,3x_2^2 - 11x_3^2 - 3x_4^2.$$

Это уравнение адекватно даже при $S_4^2 = 0,206$, $S_4 = 0,454$ (0,5 % от среднего 87). Анализ этого уравнения показывает, что наибольшее влияние на параметр оптимизации оказывает дисперсность порошка (x_3). Сильное влияние оказывает также плотность прессовок (x_2). Влияние времени (x_1) и температуры (x_4) азотирования значительно меньше. Максимальная величина $y = 88,5\%$ получена при $x_1 = +1$; $x_2 = 0$; $x_3 = 0$ и $x_4 = 0$, т. е. при времени азотирования 50 ч, плотности 60%, дисперсности 20 мкм и температуре азотирования 1350°C.

Дополнительный анализ полученного уравнения показал, что можно повысить величину содержания $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ фазы до 90,3 %, если установить факторы на следующих уровнях: $x_1 = +0,68$ (время азотирования 43,6 ч), $x_2 = +0,17$ (плотность прессовок 61,7 %), $x_3 = -0,419$ дисперсность 11 мкм) и $x_4 = 0,35$ (температура 1368 °C).

Следовательно, оптимальными величинами факторов будут: время азотирования 43,6 ч, плотность прессовок 61,7 %. дисперсность 11 мкм, температура азотирования 1368 °C.

Литература

1. Вознесенский, В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В.А. Вознесенский. — М.: Финансы и статистика, 1981.— 264 с.

УДК 620.179.1

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ В ОЧАГЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

О.А. Останин, ст. преподаватель
Кузбасский государственный технический университет
(г. Кемерово, Россия)

Состояние поверхностного слоя (ПС) детали формируется и трансформируется на всех стадиях обработки и последующей эксплуатации. Для описания технологического наследования используется феноменологическая теория, основанная на сквозном описании физического состояния ПС детали на этапах ее жизненного цикла в единых терминах и категориях механики деформирования и разрушения сплошных сред. Основу теории составляют представления о непрерывном накоплении деформаций и исчерпании запаса пластичности. Оценка состояния металла проводится с использованием механических параметров ПС. Для их расчета необходимо знать параметры напряженного и деформированного состояния (НДС) ПС в очаге деформации (ОД), где происходит формирова-