

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ТАМОЖЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

УДК 669.018.8:661.687

**ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ И СОДЕРЖАНИЯ MgO В
КЕРАМИЧЕСКИХ ПРЕССОВКАХ ПОСЛЕ АЗОТИРОВАНИЯ НА
ПЛОТНОСТЬ И ПРИРАЩЕНИЕ МАССЫ**

Голубцова Е.С. д.т.н., доцент, Шавель А.Н. к.ф.-м.н.
Белорусский национальный технический университет

Метод получения керамики на основе реакционно-связанного нитрида кремния (РСНК) заключается в азотировании тонкодисперсных порошков кремния газообразным азотом при температурах до 1450–1500°C, в процессе которого кремний превращается в нитрид кремния. Отсутствие усадки или увеличения размеров в процессе синтеза при такой технологии происходит из-за увеличения объема материала за счет образования нитрида кремния, который заполняет объем внутренних пор заготовки. Для уменьшения пористости РСНК в шихту вводят добавки MgO , и др.

В качестве компонентов для получения шихты требуемого состава использовались: порошок оксида магния — MgO , *GLOBE EXP IMP PTY LTD*; порошок поликремния — фирма-производитель *Wacker-Chemie*.

Порошки кремния (около 84 мас. %) и MgO смешивались 24 часа (планетарная шаровая мельница, 2-пропанол в качестве растворителя). После смешивания порошковые смеси сушились и просеивались.

Из подготовленных порошковых смесей изготавливались цилиндрические образцы \varnothing 10 мм, высотой \sim 4 мм по схеме одностороннего прессования (давление прессования 150-200 МПа) с плотностью \sim 55% от теоретической.

Процесс образования нитрида кремния осуществляли в среде азота при 1390°C, в течение 2 ч. и оценивался на основании увеличения массы исходных образцов.

На завершающем высокотемпературном этапе обработки азотированные образцы спекались при 1750°C в засыпке из нитрида бора и нитрида кремния в течение 2 ч.

Цель эксперимента – установить зависимость плотности (y_1 , γ г/см³) и приращение массы (y_2 , Δm) полученного состава от размера частиц порошка поликремния (x_1) и уровня содержания MgO (x_2).

Для проведения эксперимента был выбран план 3×3, где 3 — три уровня размера частиц (0,478; 0,695 и 0,912 мкм) и три уровня содержания MgO, % (5, 7, 10 %).

Статистическую обработку результатов эксперимента проводили по методике [1].

Для количественных факторов преобразование их натуральных значений в кодированные осуществляли, используя уравнение:

$$x_i = \frac{\tilde{x}_i - 0.5(\tilde{x}_{imax} + \tilde{x}_{imin})}{0.5(\tilde{x}_{imax} - \tilde{x}_{imin})}, \quad (1)$$

где x_i — кодированный уровень i -го фактора, \tilde{x}_i , \tilde{x}_{imin} и \tilde{x}_{imax} — текущее, минимальное и максимальное значение i -го фактора в натуральных единицах. N — номер опыта (строки). Опыты проводили в случайном порядке.

Ошибки воспроизводимости опытов соответственно составили: $S_1 = 9,812 \cdot 10^{-3}$ (0,009812) и $S_2 = 0,00533$ ($5,33 \cdot 10^{-3}$).

Матрица плана 3×3 и результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Матрица плана 3×3

N	x_1	x_2	$x_1 x_2$	x_1^2	x_2^2	$y_1, \text{г/см}^3$	$y_2, \Delta m$
1	-	-	+	+	+	2,1426	0,3198
2	-	0	0	+	0	2,1501	0,3456
3	-	+	-	+	+	2,1576	0,3714
4	0	-	0	0	+	2,0741	0,2653
5	0	0	0	0	0	2,1278	0,3456
6	0	+	0	0	+	2,1814	0,4172
7	+	-	-	+	+	2,1217	0,2252
8	+	0	0	+	0	2,1340	0,3215
9	+	+	+	+	+	2,1463	0,4178
Σ	-0,048	0,1469	0,0096	12,8523	128237	19,2356	-
Σ	-0,072	0,3961	0,141	2,0013	2,0167	-	3,0294

После определения величины и знака коэффициентов уравнения, проверки их значимости путем сравнения их абсолютной величины с доверительным интервалом получены адекватные уравнения ($F_p = 6 < F_{кр} = 6,18$ при $\alpha = 0,01$; $f_1 = 7$ и $f_2 = 8$):

$$y_1 = \gamma, \text{г/см}^3 = 2,1279 + 0,0245x_2, \quad (2)$$

$$y_2 = \Delta m = 0,3438 - 0,012x_1 + 0,066x_2 + 0,0353x_1x_2 - 0,009x_1^2. \quad (3)$$

Анализ уравнения (2) показывает, что на плотность весьма слабо влияет только содержание MgO в керамике (при ошибке $S_1 = 0,009812$, что составляет примерно 0,5% от средней величины плотности 2,1373

г/см³), размер частиц (в пределах 0,478÷0,912 мкм) не оказывает влияния на величину плотности.

Анализ уравнения (3) показал, что на прирост массы Δm (y_2) влияют оба фактора: максимальная величина (0,4331) получена при $x_1 = +1$ и $x_2 = +1$ (0,912 мкм и 10% MgO); минимальная величина (0,2252) – при $x_1 = +1$ и $x_2 = -1$ (0,912 мкм и 5% MgO).

На рисунке 1 приведена поверхность, построенная по уравнению (3).

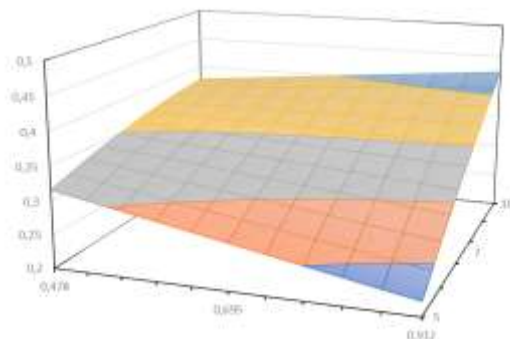


Рис. 1 – Зависимость приращения массы от размера частиц порошка поликремния и уровня содержания MgO

Литература

1. Вознесенский В.А., Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. — М.: Статистика, 1974. — 192 с.

УДК 339.5

RFID МЕТКИ В ТАМОЖЕННОМ ДЕЛЕ

Лабкович О.Н., Панасюк В.Д.

Белорусский национальный технический университет

RFID-метки – это тип системы слежения, которая использует радиочастоту для поиска, идентификации, отслеживания предметов и людей и связи с ними. RFID-метки нашли широкое применение в логистике.

Главное преимущество и приоритетная цель применения RFID меток в таможенном деле – эффективный учет и контроль товаров и транспортных