

УДК 621.762+666.3/7

Исследование корреляционной связи между характеристиками зернового состава и площадью удельной поверхности порошкового керамического материала на основе карбида кремния

Студенты группы 104615 – Мазуркевич Е.В., Шибeko O.O.
Научный руководитель – Голубцова Е.С.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью настоящей работы является применение методов математической статистики (корреляционного анализа) для установления корреляционной связи между величиной размера частиц и их удельной поверхностью, а также представлении этой связи в виде корреляционного уравнения.

Изготовление керамических изделий состоит из нескольких стадий, на которых материал претерпевает различные физико-химические превращения. При этом последовательно изменяется дисперсная система, твёрдой фазой которой является исходный материал.

Технология получения керамических изделий включает ряд основных операций: подготовку исходных материалов, измельчение, смешивание, формование (прессование), удаление временной связки (сушку), спекание, дополнительную обработку. Для конкретных изделий эти операции могут меняться местами, совмещаться или отсутствовать.

Исходные и измельченные керамические материалы состоят из большого числа частиц. Частица – наиболее общее понятие, не накладывающее ограничений на её микроструктуру и кристаллическое строение.

Частицы характеризуются по форме и размерам. За размер частиц с формой, близкой к сферической, принимают обычно их диаметр, реже радиус. Для характеристик частиц с формой значительно

отличающейся от сферической (призматических, пластинчатых, игольчатых и т.д.) используют понятие среднего гидравлического размера.

Между удельной поверхностью порошка и средним диаметром его частиц при их сферической форме имеется соотношение:

$$D_{\text{ср}} = 60000 / (\rho_{\text{ист}} \cdot S_{\text{уд}}),$$

где $S_{\text{уд}}$ – удельная поверхность порошка, $\text{см}^2/\text{г}$; $D_{\text{ср}}$ – средний диаметр частиц, $\rho_{\text{ист}}$ – истинная плотность материала, $\text{г}/\text{см}^3$.

Однако следует иметь ввиду, что на практике форма частиц может заметно отличаться от сферической. Это приводит к расхождению значений размера частиц рассчитываемых по удельной поверхности или определенной экспериментально.

Измельчение исходных порошков карбида кремния (SiC) (гранулометрический состав порошка: 3-5 мкм -10%; 2-5 мкм – 35%; 1-2 мкм – 50%; 1 мкм -5%) производили в атриторе с горизонтальным барабаном с объёмом рабочей части 20 л., диаметром размольных тел 8,5 мм. (скорость вращения импеллера – 214 об/мин, барабана - 156 об/мин). В используемой установке рабочая камера, импеллер – были футерованы полиуретаном, что существенно снижает степень загрязнения керамики при размоле. Рабочая камера постоянно охлаждается проточной водой, что позволяет осуществить измельчение керамики в течение длительного времени.

Оценка гранулометрического состава порошков до и после измельчения осуществлялась с помощью программного обеспечения по результатам определения наименьшей хорды частиц с помощью сканирующего электронного микроскопа, а также фотоседиментационным методом на приборе, удельную поверхность измеряли методом БЭТ.

Коэффициент парной корреляции между диаметром частиц SiC и удельной поверхностью определяли по формуле:

$$r_{1,2} = \frac{\sum (y_1 - \bar{y}_1)(y_2 - \bar{y}_2)}{\sqrt{\sum_1^{10} (y_1 - \bar{y}_1)^2 - \sum_1^{10} (y_2 - \bar{y}_2)^2}}$$

где y_1 и \bar{y}_1 текущее и среднее значение размера диаметра частиц,

y_2 и \bar{y}_2 текущее и среднее значение удельной поверхности частиц.

В результате получили $r_{1,2} = -0,97$, что больше табличного значения $r_{\text{кр}} = 0,576$ (для $\alpha = 0,05$ и $f = 10$).

Такое высокое значение $r_{1,2}$ подтверждает высокую степень корреляции между этими параметрами. Зная $r_{1,2} = -0,97$ можно рассчитать коэффициенты корреляционного уравнения, устанавливающего связь между y_2 и y_1 . Получаем:

$$y_2 = 11,9 - 5,3y_1.$$

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена тесная корреляционная связь между диаметром частиц SiC и их удельной поверхностью.