

Танасович В.О.

студент,

Тигарев А.М.

*кандидат технических наук, доцент,
Одесская национальная академия связи
имени А.С. Попова*

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОПИСАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для оценки качества порошковых материалов используют различные характеристики: средний арифметический диаметр, медиана массового распределения, седиментационная скорость, плотность распределения вероятности, удельная поверхность. Наиболее достоверными параметрами являются удельная поверхность и плотность вероятности распределения частиц по размерным параметрам [1]. Представляет интерес провести оценку этих параметров для использования в системах регулирования степени измельчения.

Под удельной поверхностью порошка понимается отношение поверхности порошка к его объему или массе [1].

$$S_{\text{уд. пов.}} = \frac{nS}{nV}, \frac{\text{см}^2}{\text{см}^3} \quad (1)$$

Данная характеристика обратно пропорциональна среднему размеру частиц в пробе. Таким образом, зная удельную поверхность, можно примерно оценить дисперсный состав порошка на момент взятия пробы. Однако подобный параметр описывает только общую характеристику порошка. В большинстве случаев, в технических условиях для порошковых материалов используется разбиение всего диапазона размеров порошков на фракции с указанием наиболее востребованной фракции. В качестве примера, при производстве порошков для керамических изделий является фракция 45-65 мкм [2]. Поэтому удельная поверхность не в полной мере описывает необходимую фракцию. Из этого вытекает, что невозможно точно определить процентное содержание необходимой фракции, требуемой на производстве [3].

Целью данной работы является сравнительный анализ удельной поверхности и плотности распределения порошков по размерным параметрам.

Для выполнения поставленной цели был проведен математический эксперимент, сущность которого заключается в генерации значительной выборки случайных чисел, представляющих диаметр сферических частиц. Данную выборку разбивают на интервалы размеров, описывающих диаметры с последующим построением гистограммы и аппроксимацией для получения графического отображения плотности распределения вероятности. Обработав данную выборку, получим гистограмму распределения частиц по диаметрам с требуемым интервалом (1 мкм). Используя формулу (1) определяем удельную поверхность для всей выборки, а также для требуемой фракции.

На момент написания этой работы доступны высокие вычислительные возможности ЭВМ, что позволяет в короткие сроки проводить генерацию большого числа частиц порошка и на основании сгенерированной выборки, выполнить вычисление удельной поверхности. Поэтому не представляет трудности находить удельную поверхность для каждой отдельно взятой частицы. Таким образом, возможно, вычислить площадь поверхности и объем отдельно взятой частицы.

Для выполнения математического эксперимента использовано программное обеспечение компании Mathworks – Matlab. Данное ПО содержит в себе пакет Statistics Toolbox, позволяющий выполнять генерацию чисел, подчиняющихся различным законам распределения, одним из которых является логнормальный закон распределения. Последнее является необходимым, поскольку из работ Колмогорова известно, что плотность распределения вероятности размерных параметров порошка подчиняется логнормальному закону распределения [4]. На производстве обычно используют лазерные анализаторы отечественных (Ласка) [5], или американских (Mastersizer) производителей [6].

Проведенный математический эксперимент позволил вычислить общую удельную поверхность рассмотренной выборки сгенерированных чисел (частиц) и удельную поверхность необходимого диапазона размеров (требуемой фракции).

В качестве параметра для выбора метода оценки достоверности результатов анализа дисперсного состава предложено отношение удельных поверхностей требуемой фракции к общей выборке.

Для оценки результатов получаемых на производстве выполнена серия генераций для номинального, недостаточном и избыточного режимов измельчения. Для этого определены параметры распределения (медиана и дисперсия) для каждого режима. Для режима номинального помола: $m = 70$, $v = 366$. Для режима избыточного помола: $m = 27$, $v = 15$. Для режима недостаточного помола: $m = 81$, $v = 478$. Результаты представлены в виде графиков на рисунке 1.

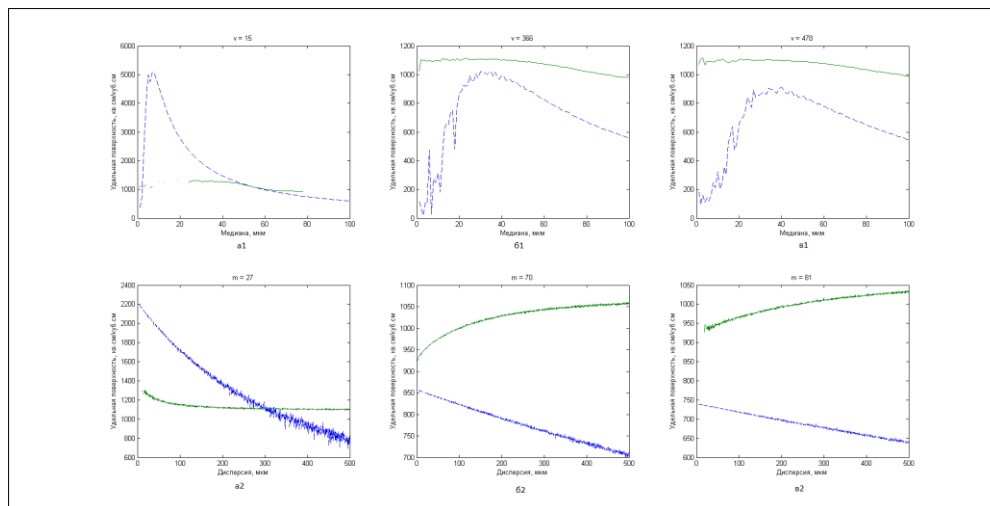


Рис. 1. Отношение общей и частной удельных поверхностей

По графіку а1 для избыточного помола можно сделать вывод об отсутствии достаточного выхода требуемой фракции (сплошная кривая) несмотря на высокую удельную поверхность (пунктирная кривая). Монотонное уменьшение дисперсии (график а2) для всей выборки свидетельствует о наличии значительного количества малой фракции, в то время как выход требуемой фракции не изменяется.

По графикам б1 и б2 видно что по увеличению дисперсии можно судить о приросте выхода требуемой фракции при незначительном уменьшении удельной поверхности всего порошка.

При недомоле (графики в1 и в2) снижается скорость роста числа частиц в требуемой фракции при снижении удельной поверхности всего порошка.

В общем случае, увеличение общей удельной поверхности не показывает действительные количества выхода требуемых фракций и характеризует порошок недостаточно достоверно. Динамика изменения удельной поверхности при изменении выхода требуемой фракции недостаточная для оценки при управлении степени измельчения. Единственным достоинством удельной поверхности при оценке недомола является незначительный рост, который действительно характеризует степень измельчения. Таким образом, наиболее достоверной оценкой является оценка по определению плотности вероятности распределения частиц по размерным параметрам с выделением требуемой фракции.

Список использованных источников:

1. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов – 3-е изд. перераб. – Л.: Химия, 1987. 264 с.
2. Патент Украины UA88999U C04B 33/26 10.04.2014. Керамическая масса для изготовления низкотемпературного электротехнического фарфора // Патент Украины UA88999U. 2014. / Рищенко М. И., Федоренко А. Ю., Дайнеко К.Б. [и др.].
3. ООО Олевский фарфоровый завод [Электронный ресурс] // ОЭФ. – 2013. – Режим доступа: <http://www.ceramics-for-heaters.com/>.
4. Вероятностно-статистические методы в работах А.Н. Колмогорова. // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 98. – С. 1–23.
5. Mastersizer 3000 [Электронный ресурс] // Malvern Panalytical. – 2018. – Режим доступа: <https://www.malvernpanalytical.com/ru/products/product-range/mastersizer-range/mastersizer-3000>.
2. Ласка-Т (Д) [Электронный ресурс] // БиоМедицинские Системы. – 2018. – Режим доступа: <http://biomedsystems.ru/project/%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B/>.