

ИЗМЕРЕНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ ПО ИЗВЕСТНЫМ КАЛИБРОВОЧНЫМ ГРАФИКАМ

А. П. Вештемов, С. П. Пронин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова
г. Барнаул

В промышленности методы контроля и измерения размеров мелкодисперсных частиц необходимы при производстве композиционных материалов, химической продукции, лекарственных средств.

В целях реализации процесса измерения используются различные методы и средства, которые в настоящее время являются весьма сложными и дорогостоящими. Эффективный метод контроля мелкодисперсных частиц по контрасту в изображении тест-объекта предложен в работе [1].

В предложенном методе получены графики зависимости десятичного логарифма контраста в изображении тест-объекта от десятичного логарифма максимального значения сигнала для мелкодисперсных частиц полидисперсного латекса с различным диаметром. По ним осуществлялась калибровка средства контроля и измерения мелкодисперсных частиц [2].

Целью данной работы является исследование возможности измерения диаметра мелкодисперсных частиц карбоната кальция по названному выше методу.

Данный материал был взят для исследования по той причине, что показатель преломления карбоната кальция ($n=1,6$) практически совпадает с показателем преломления полидисперсного латекса ($n=1,59$) [3].

Для приготовления мелкодисперсной системы карбоната кальция был использован порошок мела. Порошок мела выдерживали в дистиллированной воде в течение 24 часов, в результате крупные частицы мела оседали, а мелкодисперсные частицы карбоната кальция оставались во взвешенном состоянии [4].

Для проведения исследований с применением тест-объекта была использована экспериментальная установка, структурная схема которой изображена на рисунке 1. В качестве источника света 1 использована лампа накаливания. Световой пучок от источника проходит через коллимирующую линзу 2 и освещает тест-объект 3, который состоит из прозрачных и непрозрачных штрихов. Следом за тест-объектом расположена кварцевая кювета 4, заполненная исследуемым об-

разцом. Тест-объект и кювета расположены на юстировочном столе 5, который позволяет юстировать пространственное положение изображения штрихов тест-объекта относительно строк фотоприемника. В качестве приемника оптического излучения 6 используется видеокамера Samsung VP-W61, подключенная к персональному компьютеру 7, через плату видеозахвата.

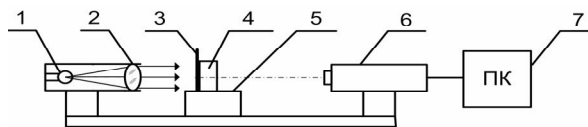


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

В качестве тест-объекта использованы несколько чередующихся темных и светлых полос, представленных на рисунке 2.



Рисунок 2 – Тест-объект

С помощью программного обеспечения VirtualDub 1.9.10 фиксировали изображение тест-объекта, увеличивая концентрацию мелкодисперсных частиц карбоната кальция в дистиллированной воде. По полученным изображениям фиксировали значения максимального S_{max} и минимального S_{min} сигналов и вычисляли контраст:

$$K = (S_{max} - S_{min}) / (S_{max} + S_{min}).$$

На рисунке 3 представлены результаты измерений полидисперсного латекса (прямые 1, 2, 4) и карбоната кальция (прямая 3) в виде графика зависимости десятичного логарифма контраста изображения K от десятичного логарифма максимального сигнала S_{max} .

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ РАЗМЕРОВ И КОНЦЕНТРАЦИИ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ ПО ОПТИЧЕСКОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ ТЕСТ-ОБЪЕКТА

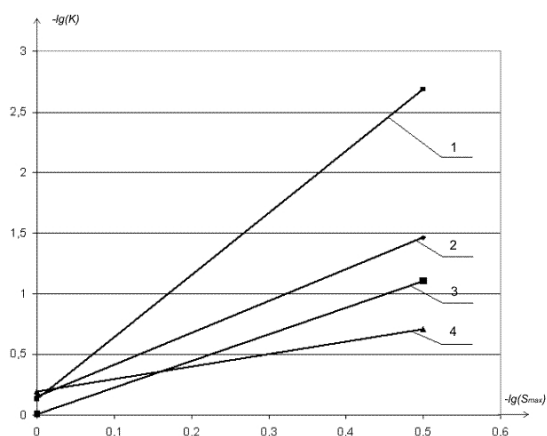


Рисунок 3 – График зависимости десятичного логарифма контраста от десятичного логарифма максимального сигнала:
1, 2, 4 – полидисперсный латекс с диаметром частиц 1000 нм, 500 нм и 100 нм соответственно; 3 – мелкодисперсный карбоната кальция

Уравнения прямых, представленных на рисунке 3, отображены в таблице 1.

Таблица 1 – Уравнения прямых

№ прямой	Диаметр частиц	Функция
1	1000 нм	$y(x) = 5,10x + 0,13$
2	500 нм	$y(x) = 2,62x + 0,15$
3	Неизвестен	$y(x) = 2,21x + 0,01$
4	100 нм	$y(x) = 1,03x + 0,19$

На рисунке 4 представлен график зависимости тангенса угла наклона от диаметра частиц полидисперсного латекса.

График представленный на рисунке 4 можно аппроксимировать в виде полиномиальной функции 2-ой степени:

$$y(x) = 4 \cdot 10^{-6} x^2 - 0,0008 \cdot x + 2,052, \quad (1)$$

где y – тангенс угла наклона; x – диаметр частицы, нм.

Используя формулу 1, определяем диаметр взвешенной частицы карбоната кальция по известному тангенсу угла наклона (таблица 1). Таким образом, получаем диаметр частицы $D=323$ нм.

Известно, что частицы карбоната кальция находятся во взвешенном состоянии чаще всего с размером от 0,20 до 0,40 мкм [4].

Полученное нами значение диаметра взвешенной мелкодисперсной частицы попадает в этот диапазон.

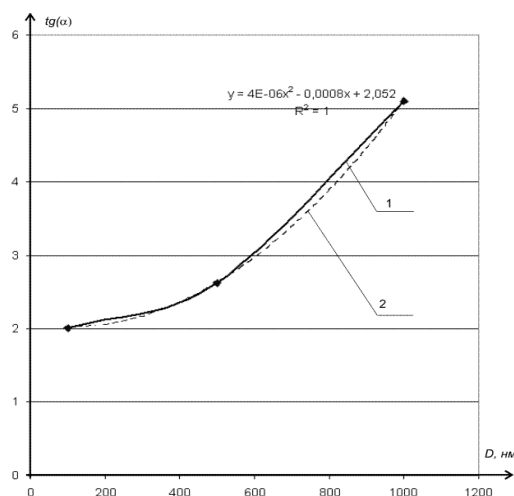


Рисунок 4 – График зависимости тангенса угла наклона от диаметра частиц полидисперсного латекса:
1 – график, полученный на основе экспериментальных данных; 2 – аппроксимированная функция

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод о возможности измерения диаметра мелкодисперсных частиц по контрасту изображения тест-объекта, используя известные калибровочные графики.

Для реализации этого метода необходимо соблюдать условие равенства показателей преломления калибровочных и исследуемых частиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кальной Д.Г., Пронин С.П. Моделирование процесса контроля размеров и концентрации мелкодисперсных частиц по оптическому изображению тест-объекта [Текст] // Ползуновский вестник. – Барнаул, АлтГТУ, 2010, с.с. 135-139.
2. Кальной Д.Г. Пронин С.П. Метод контроля размеров частиц по изменению контраста в изображении штрихов тест-объекта // Прикладные аспекты химической технологии полимерных материалов и наносистем («Полимер-2010»): тезисы и доклады IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 17-19 июня 2010 / Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 160 с. – С. 62-64.
3. Фридрихсберг Д. А.. Курс коллоидной химии. – СПб.: Химия, 1995 – 400 с.
4. Пат.2143398 Российская Федерация, С01F11/18, С01D1/22. Способ совместного получения карбоната кальция и гидроксида натрия.