

Шубин И. Н., к. т. н., доцент
Потемкин Н. С., магистрант
Гурова Т. В., магистрант
Кондратьев В. Ю., магистрант
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
кафедра ТППН Тамбов

МЕТОДЫ АНАЛИЗА СМЕСЕЙ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: Рассмотрен ряд методов анализа качества смесей сыпучих материалов, основанных на оптическом анализе изображения с помощью ЭВМ по различной цветовой гамме исходных компонентов в смеси.

Ключевые слова: Сыпучий материал, качество смеси, методы анализа.

Shubin I. N.
Potemkin N. S.
Gurova T. V.
Kondratiev V. U.
Tambov State Technical University

METHODS OF ANALYSIS MIXTURE OF BULK MATERIALS

Abstract: Considered the methods of the quality analysis of the mixtures of bulk materials which are based on the optical image analysis using a computer for different colors of the initial components in a mixture.

Key words: Bulk materials, quality of the mixture, the methods of analysis.

Современные отрасли промышленности характеризуются все более возрастающим использованием сыпучих материалов в составе смесей. Эта тенденция характерна для целого ряда отраслей промышленности. При этом спектр смешиваемых материалов и требований к качеству смеси непрерывно расширяется. Выявление особенностей смешивания тех или иных материалов и условий, при которых достигается требуемое качество смеси, путем прямых экспериментальных исследований процесса является продолжительной и дорогостоящей процедурой, так как в каждом микрообъеме смеси возможны бесконечные количества вариантов сочетания компонентов. Поэтому для упрощения данного анализа все смеси принято условно считать двухкомпонентными и рассматривать их однородность с точки зрения содержания ключевого компонента в частях смеси [1].

В данной работе рассматривается один из методов оценки качества смеси сыпучих материалов – оптический [2–4]. Известно несколько методов оценки, каждый из которых можно условно разделить на подготовительную часть и сравнительную. Подготовительная часть этих методов включает в себя, как правило, предварительную подготовку образцов: приготовление тарировочных смесей или таблеток, для определения зависимости концентрации ключевого компонента от яркости; определение количества проб и пробоотбор; сканирование или фотографиярование образцов и т. д.

Вторая часть анализа – сравнительная – подразумевает под собой экспериментальную обработку исследуемых образцов. Например, для тарировки в способе [2], в качестве зависимости, аппроксимирующей исходные данные, принята формула

$$y = \frac{A}{x} + B,$$

где y – искомая концентрация ключевого компонента в рабочей смеси (%), x – среднее арифметическое распределения цветов в рабочей смеси, A , B – тарировочные коэффициенты (рис. 1).

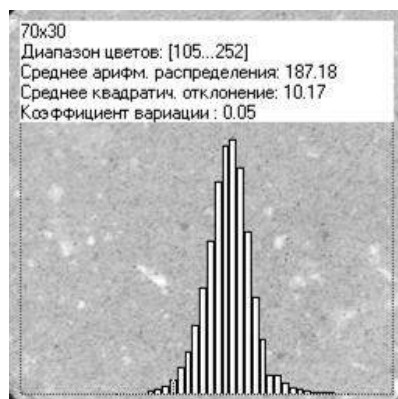


Рис. 1. Вид обработанного на ЭВМ фрагмента таблетки с определением диапазона цветов

Для построения тарировочной кривой (рис. 2) использовались следующие таблетки: компонент 1, компонент 2, смеси с содержанием ключевого компонента (компонент 1) 20, 30, 50, 70, 80 % [5].

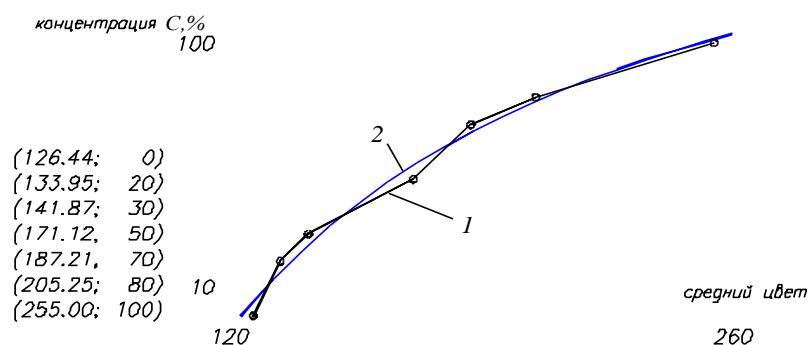


Рис. 2. График зависимости концентрации от цвета:
1 – экспериментальная кривая; 2 – аппроксимирующая кривая

Пример обработанной пробы в виде таблетки приведен на рис. 3.

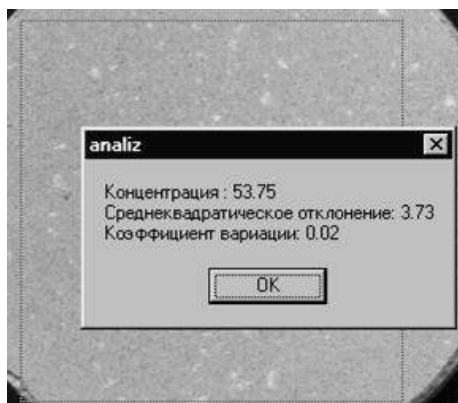


Рис. 3. Пример результата анализа образца

Коэффициент неоднородности определялся по формуле:

$$K = \frac{1}{\bar{C}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2},$$

где n – количество ячеек, C_i – яркость i -ой ячейки, \bar{C} – среднее арифметическое значение яркости во всех n ячейках.

А согласно другому способу [4] коэффициент неоднородности смеси рассчитывался по формуле

$$V_c = \frac{100}{S_{cp}} \sqrt{\sum_{i=1}^k (S_i - S_{cp})^2 / (k-1)},$$

где k – число частей (ячеек); S_i – отличие i -й гистограммы части (ячейки) фактического изображения от «эталонной» гистограммы критерием квазирасстояния пересечений гистограмм Свейна-Балларда; S_{cp} – среднее арифметическое значение отличий [4]. Данный метод определения качества смешивания сыпучего материала, отличался тем, что предварительно получали «эталонную» смесь и ее цифровое изображение. Качество фактической смеси определяли разделением ее цифрового изображения на одинаковое число частей (ячеек) и их сравнивали по гистограммам яркости с изображением «эталонной» смеси (рис. 4).

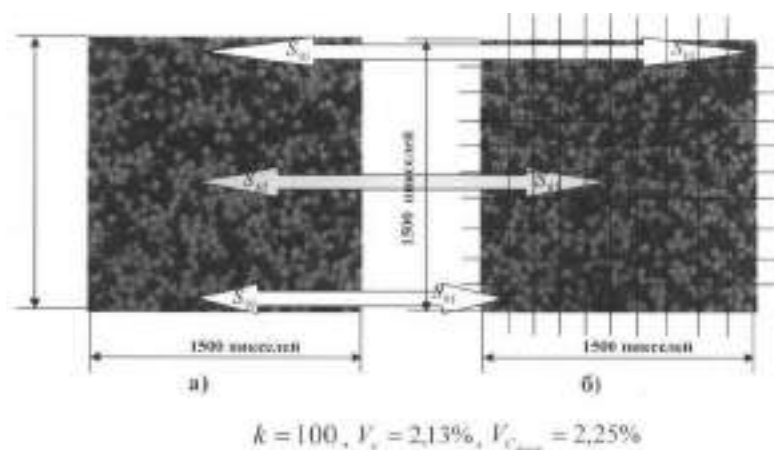


Рис. 4. Цифровое изображение эталонной смеси (а)
и исследуемой (б)

Все рассмотренные способы анализа смесей сыпучего материала позволяли определить коэффициент неоднородности смеси (качество смеси).

Однако общими недостатками рассмотренных методов являются их чувствительность к смесям дисперсных материалов близким по цветовой гамме, а также сложности в определении нескольких ключевых компонентов в многокомпонентных смесях. Решение этой задачи видится в повышении предела чувствительности используемого оборудования, совершенствовании методик пробоотбора и используемого математического аппарата. Тем не менее, оптические методы анализа сыпучих материалов являются наиболее перспективными в современных условиях.

Список литературы

1. Шубин И. Н. Технологические машины и оборудование. Сыпучие материалы и их свойства. Учеб. пособие / И. Н. Шубин, М. М. Свиридов, В. П. Таров. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2005. – 76 с.
2. Способ определения качества сыпучих материалов [Текст]: пат. 2343457 Рос. Федерация: МПК G01N 21/85 / Ткачев А. Г., Баранов А. А., Меметов Н. Р., Пасько А. А., Пасько Т. В., Шубин И. Н., Блинов С. В., Авдеева А. В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ТГТУ». – № 2007115024/28; заявл. 20.04.07; опубл. 10.01.09, Бюл. № 1.
3. Способ определения коэффициента неоднородности смесей сыпучих материалов [Текст]: пат. 2371698 Рос. Федерация: МПК G01N 1/28 / Лебедев А. Е., Зайцев А. И., Капанова А. Б., Павлов А. А., Сугак А. В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ЯГТУ». – № 2008101209/12; заявл. 09.01.08; опубл. 27.10.09, Бюл. № 30.
4. Способ определения качества смешивания сыпучих материалов [Текст]: пат. 2487340 Рос. Федерация: МПК G01N 21/85 / Демин О. В., Смолин Д. О., Першин В. Ф., Однолько В. Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – № 2012102664/28; заявл. 25.01.12; опубл. 10.07.13, Бюл. № 19.
5. Шубин И. Н. Способ определения качества смеси сыпучих материалов / И. Н. Шубин, М. М. Свиридов, А. А. Баранов // Труды ТГТУ: Сб. науч. статей. – Тамбов, 2003. – С. 116-119.