

УДК 621.929.6:531.3

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТИРУЮЩЕГО СМЕСИТЕЛЯ

Таршис Ю.Д., Таршис М.Ю.

*Ярославский государственный технический университет,
Ярославль, Россия*

В статье решается задача оптимизации параметров транспортирующего смесителя сыпучих материалов. Целевая функция определяет влияние геометрии рабочей камеры на процесс смешивания. При описании этого процесса используется теория взаимодействия дисперсных систем. Установление экстремума целевой функции позволяет спроектировать устройство минимальной массы и энергоемкости.

Результаты решения задачи оптимизации удовлетворительно соответствуют результатам экспериментальных исследований однородности смеси.

Оптимальный расчёт технического устройства предполагает выбор варианта, обладающего наибольшими достоинствами, что требует установления критерия оптимальности – целевой функции. При оптимальном расчете устройств для переработки сыпучих сред (смесителей, грануляторов, уплотнителей и других) данная задача является многокритериальной, требующей учета таких важных характеристик как потребляемая мощность, производительность, металлоемкость и др. [1,2]. Из-за сложности формирования такого комплексного критерия на практике может быть использован упрощенный критерий, полностью или частично определяющий упомянутые характеристики. В качестве примера рассмотрим проектирование транспортирующего смесителя с изменяемой формой рабочей поверхности [3] минимальной массы и энергоемкости. Смеситель содержит рабочую ленту с гибкими бортами, огибающую приводные ролики и образующую ячейки смешивания. Смешивание компонентов происходит при их циркуляции в ячейках. Механизм процесса аналогичен, механизму смешивания в барабанном смесителе. В поперечном его сечении можно выделить область обрушения (активного смешивания) и транспорти-

рующую область, прилегающую к рабочей поверхности.

Сформируем целевую функцию из соображений выбора формы ячейки, обеспечивающей наибольшую скорость протекания процесса смешивания. При математическом описании процесса на основе диффузионной модели, скорость его определяется среднестатистическим коэффициентом макродиффузии $\langle D \rangle$, известное представление которого в соответствии со статистической теорией взаимодействия дисперсных систем:

$$\langle D \rangle = D_0 \langle (u')^2 \tau_p \rangle \quad (1)$$

где u' - хаотическая скорость частиц, τ_p - характерное время их взаимодействия, D_0 - постоянный коэффициент, устанавливаемый при идентификации теоретической зависимости коэффициента неоднородности V_c получаемой смеси от времени с результатами экспериментов.

Таким образом, искомым критерий является функцией $Z=f(\langle D \rangle)$. Для установления структуры коэффициента $\langle D \rangle$, исследуемая система моделируется с помощью формализма “перемешивающего биллиарда”, в соответствии с которым её динамические характеристики определяются отношением времен пребывания пробных частиц в “фокусирующих” и

“рассеивающих” частях биллиарда. Для рассматриваемой системы “фокусирующая” часть моделирует зону активного смещения, а “рассеивающая” – транспортирующую.

Времена пребывания пробных частиц в областях характерного поведения

$$Z = (D_0 / \pi) (S_1 S_{\min}^3) / (S^2 l^2), [2] \tag{2}$$

где S_{\min} – минимальное значение площади поперечного сечения $S=S_1+S_2$, при котором начинается циркуляция компонентов, l – длина линии обрушения, разделяющей области поведения материала.

Функция Z , после численных расчетов, аппроксимировалась полиномами третьей и четвертой степени (рис. 1) и максимум её находился методами дифференциального исчисления: $A_m=0,110$ м.

На рис. 2 показаны результаты экспериментальных исследований влияния амплитуды волны ленты (A) смесителя на коэффициент неоднородности V_c смеси.

компонентов пропорциональны площадям их поперечного сечения S_1 и S_2 . Влияние геометрии ячейки на процесс определяется критерием, зависящим от амплитуды волны ленты A , образующей ячейку и объема загрузки:

Исследования проводились для трех смесей с различными средними диаметрами частиц смешиваемых фракций (d_1, d_2), при прочих фиксированных параметрах системы. Эксперименты устанавливают наличие экстремума в интервале $A_m=[0,110/0,125]$ м, содержащем полученное значение A_m .

Следует отметить, что критерий Z косвенно учитывает параметры мощности, и металлоемкости, поскольку, при заданном значении V_c , позволяет минимизировать длину устройства.

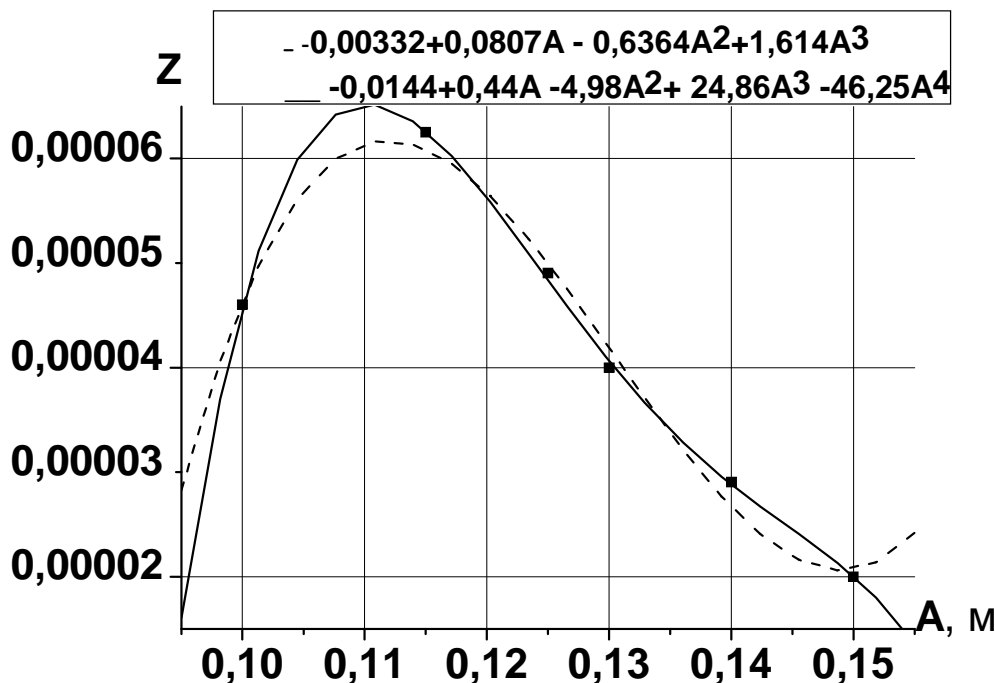


Рис.1. Зависимость целевой функции от амплитуды волны рабочей ленты смесителя

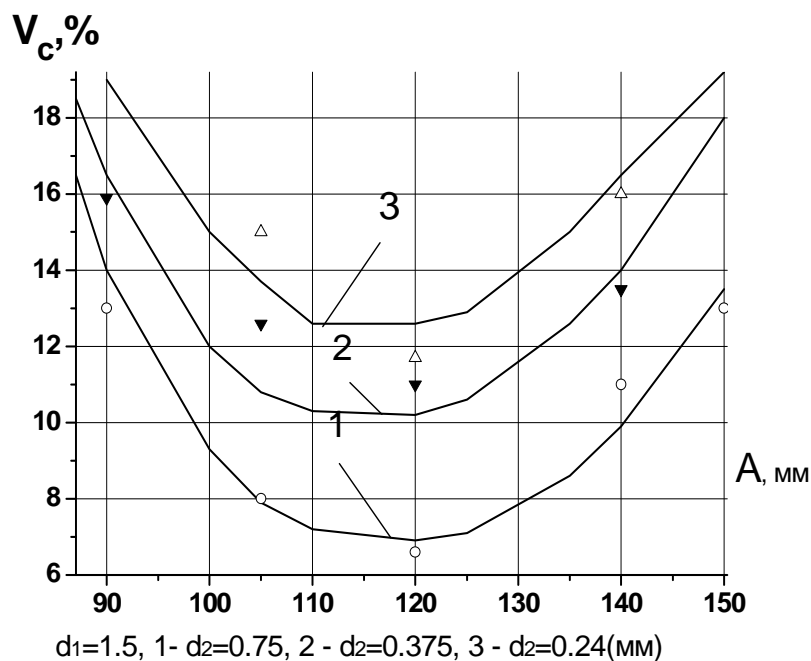


Рис. 2. Влияние амплитуды волны рабочей ленты смесителя на однородность получаемой смеси

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1.Таршис Ю.Д., Таршис М.Ю. Основы оптимального и вероятностного проектирования элементов конструкций. Ярославль, 2001. – 387 с.

2.Таршис М.Ю. и др. Новые аппараты с эластичными рабочими элементами для сме-

шивания сыпучих сред. Теория и расчет. Ярославль, 2003. – 84с.

3. А.С.1491732 СССР. Смеситель сыпучих материалов. Опубл. 07.07.1989. Бюл. №25.

THE OPTIMIZATION OF THE CONVEYING MIXER PARAMETERS

Tarshis Yu.D., Tarshis M.Yu.

*Yaroslavl's state technical university,
Yaroslavl, Russia*

The optimization task for loose materials conveying mixer parameters is solved in this article. The criterion function defines geometry of the working chamber influence on process of mixing. At the description of this process theory of the disperse systems interactions is used. The definition of the criterion function extremum allows to design the device of minimal weight and power consumption.

The results of the optimization task decision correspond to results of experimental researches of the mix uniformity satisfactorily.