

Семикопенко И. А., канд. техн. наук, проф.,
Воронов В. П., канд. физ.-мат. наук, проф.,
Вялых С. В., аспирант,
Жуков А. А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ В ПОМОЛЬНО-СМЕСИТЕЛЬНОМ АГРЕГАТЕ НА БАЗЕ МЕЛЬНИЦЫ ДЕЗИНТЕГРАТОРНОГО ТИПА

olimp69@narod.ru

Актуальность исследования в области смешивания строительных материалов определяется большим влиянием качества смешивания на потребительские свойства готовых продуктов. Смешение широко применяют в различных отраслях промышленности, в том числе и при производстве строительных материалов. Известно, что в подавляющем большинстве случаев отдельно взятый компонент не обладает нужным комплексом свойств и не может использоваться для изготовления изделий. В данной статье рассматривается функциональная зависимость, которая описывает изменение концентрации компоненты сыпучего материала в зоне дополнительного измельчения и смешивания помольно-смесительного агрегата в зависимости от изменения конструктивных параметров.

Ключевые слова: измельчение, смешивание, компонент, помольно-смесительный агрегат.

Для проведения теоретического исследования процесса изменения концентрации выделенной компоненты сыпучего материала в зоне дополнительного измельчения и смешивания воспользуемся диффузионной моделью. Согласно результату работы [1], применительно к зоне смешивания, изображенной на рисунке 1, изменение концентрации выделенной компоненты

смеси в рамках рассматриваемой модели описывается уравнением следующего вида:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\vartheta \frac{\partial C}{\partial l} + D_L \frac{\partial^2 C}{\partial l^2}, \quad (1)$$

где C – концентрация выделенной компоненты смеси сыпучего материала; ϑ – среднее значение окружной скорости движения материала в зоне смешивания; D_L – среднее значение коэффициента продольного перемешивания.

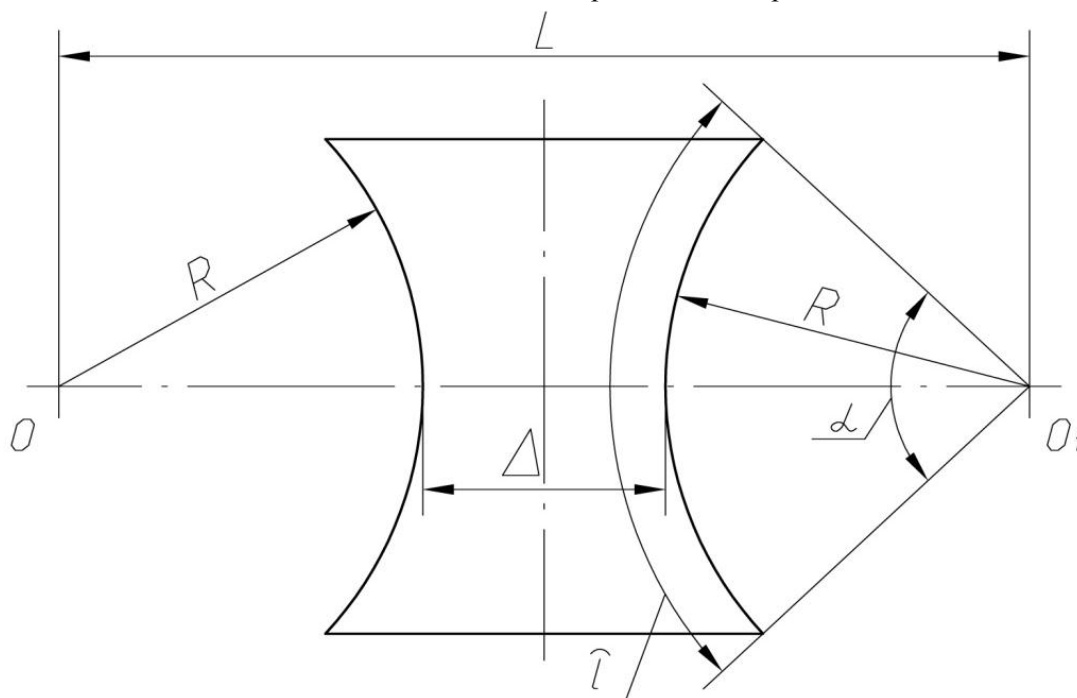


Рис. 1. Расчетная схема зоны перемешивания двух компонент сыпучих материалов:

R – расстояние от оси вращения до окончания лопасти; Δ – минимальный размер области смешивания; α – угловой размер области смешивания; l – длина дуги, ограничивающая область смешивания

В уравнении (1) перейдем к безразмерным переменным, согласно следующим соотношениям:

$$t = \frac{l}{v}, \quad (2)$$

$$l = r \cdot \alpha, \quad (3)$$

$$x = \frac{r}{R}. \quad (4)$$

С учетом выражений (2)-(4) уравнению (1) можно придать следующий вид:

$$\lambda \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \frac{\partial C}{\partial x} = 0, \quad (5)$$

где введено следующее обозначение

$$\lambda = \frac{D_L}{2\alpha R v}. \quad (6)$$

Решение уравнения (5), удовлетворяющее граничным условиям вида:

при

$$r=R; x=1; C=1, \quad (7)$$

а при $r=R+\Delta; x=1+\Delta/R; C=0$.

имеет следующий вид:

$$C(r) = \frac{1 - \exp\left(\frac{r-R-\Delta}{\lambda R}\right)}{1 - \exp\left(-\frac{\Delta}{\lambda R}\right)}. \quad (8)$$

Если предположить, что среднее значение коэффициента продольного перемешивания пропорционально площади перемешивания, значение которой согласно расчетной схеме на рисунке 1 равно:

$$S = R^2 \left[2 \cdot \frac{L}{R} \sin \frac{\alpha}{2} - \alpha - \sin \alpha \right], \quad (9)$$

здесь

$$\alpha = \frac{2\pi}{k}, \quad (10)$$

k – количество лопастей в зоне дополнительного измельчения и смешивания, образующих угловой размер α , выраженный в радианах, тогда из соображений размерности величины коэффициента продольного перемешивания величину последнего можно задать в следующем виде:

$$D_L = S\omega = \omega R^2 \left[2 \frac{L}{R} \sin \frac{\alpha}{2} - \alpha - \sin \alpha \right]. \quad (11)$$

Среднее значение окружной скорости в зоне перемешивания можно сделать равным:

$$v = \omega \left(R + \frac{\Delta}{2} \right). \quad (12)$$

На основании (11) и (12) находим, что

$$\lambda = \frac{2 \frac{L}{R} \sin \frac{\alpha}{2} - \alpha - \sin \alpha}{1 + \frac{\Delta}{2R}}. \quad (13)$$

Подстановка (13) в (8) окончательно позволяет получить следующее выражение:

$$C(r) = \frac{1 - \exp\left(\frac{\left(1 + \frac{\Delta}{2R}\right)(r-R-\Delta)}{R \left(2 \frac{L}{R} \sin \frac{\alpha}{2} - \alpha - \sin \alpha\right)}\right)}{1 - \exp\left(\frac{\Delta \left(1 + \frac{\Delta}{2R}\right)}{R \left(2 \frac{L}{R} \sin \frac{\alpha}{2} - \alpha - \sin \alpha\right)}\right)}. \quad (14)$$

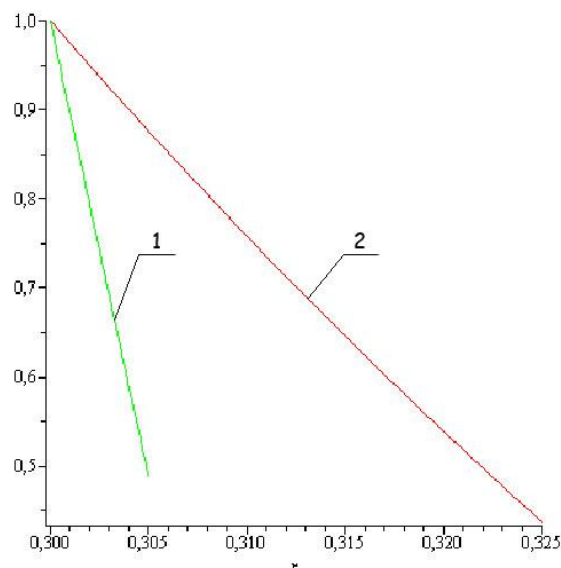


Рис. 2. Графическая зависимость изменения концентрации компонента материала с последнего ряда бил для $R = 0.3$ метра; 1-я линия соответствует $\Delta = 0,01$ метра; 2-я линия $\Delta = 0,05$ метра

На рисунке 2 дана графическая иллюстрация изменения концентрации компоненты сыпучего материала при изменении расстояния $R \leq r \leq R + \Delta/2$, для $\alpha = \frac{\pi}{2}$, $R =$ при различных значениях минимального расстояния Δ .

Таким образом, полученная функциональная зависимость (14) описывает изменение концентрации компоненты сыпучего материала в зоне дополнительного измельчения и смешивания в зависимости от изменения конструктивных параметров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макаров Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов. М.: Машиностроение, 1973, с. 216.
2. Патент – 2492929 РФ, МПК7 В02С13/22. Дезинтегратор/ И.А. Семикопенко, С.В. Вялых; Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.- N 2012117657/13; Заяв. 27.04.2012; Опубл. [20.09.2013](#), Бюл. № 12.