

УДК 622. 53. 004

**В.Б. Малеев** (д-р техн. наук, проф.)**Н.И. Скорынин** (канд. техн. наук, проф.)**А.А. Кудрявцев** (ассистент)

Донецкий национальный технический университет

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТИ МАССЫ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА, НАХОДЯЩЕЙСЯ ВНУТРИ РОТОРА СЕПАРАТОРА**

*Выведена формула, позволяющая определить толщину слоя исходного материала в любом сечении по длине ротора сепаратора.*

**Ключевые слова:** сепаратор, исходный материал, форма поверхности

### ***Проблема и её связь с научными и практическими задачами.***

Проблема утилизации твёрдых отходов промышленного и бытового происхождения приобретает в настоящее время всё более острый характер в связи с тем, что объёмы генерирования отходов постоянно растут, в то время как темпы их переработки несопоставимо малы.

Одна из главных трудностей создания предприятий по переработке твёрдых бытовых отходов (ТБО) – разделение или классификация отходов с получением разных фракций, относительно однородных по морфологическому составу и крупности. Поэтому вопросы, связанные с сепарацией твёрдых отходов, являются актуальными.

***Анализ исследований и публикаций.*** Известный специалист в области обогащения полезных ископаемых Ф.Н. Булгаков [1, 2, 3] рассматривал процессы классификации влажных углей без учёта времени пребывания надрешётной частицы на просеивающей поверхности, не исследовал движение этой частицы в зарешётном пространстве, не определял скорости частиц угля при массовом движении их по просеивающей поверхности ротора и т.д.

Коллективом авторов ранее [4, 5, 6] были составлены дифференциальные уравнения движения отдельной материальной точки (частицы) по внутренней поверхности кругового конуса, вращающегося вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью; получены условия, обеспечивающие восходящее движение надрешётной частицы; определены предел крупности и условия проваливания подрешётной частицы через отверстие просеивающей поверхности

ротора; была определена скорость отдельной частицы при массовом движении.

**Постановка задачи.** Выяснить, от каких параметров зависит распределение исходной смеси по внутренней поверхности кругового конуса сепаратора.

**Изложение материала и результаты.** На рис. 1 показана схема разделения потока исходного материала по крупности на просеивающей поверхности ротора. Из этого рисунка видно, что ротор загружается исходным материалом по направлению А. Подача материала производится на конус. Распределение материала симметрично оси вращения.

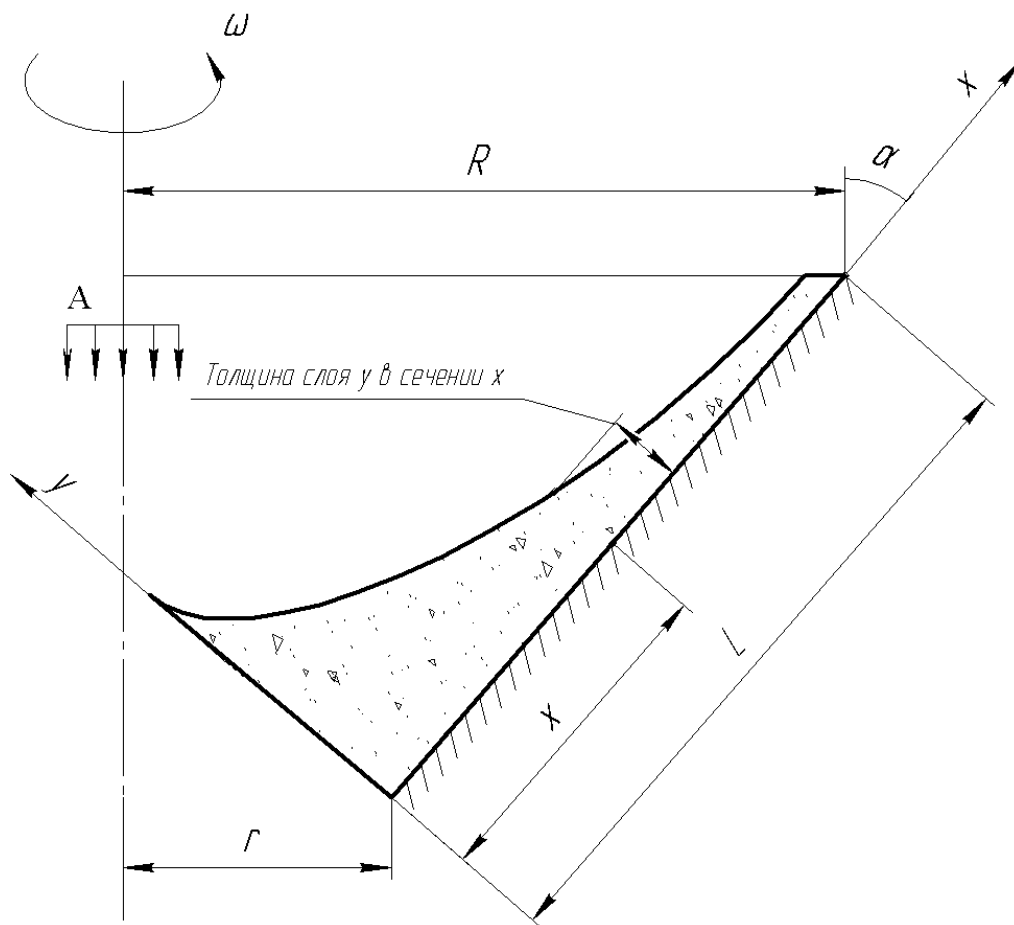


Рис. 1 – Схема разделения потока по крупности на просеивающей поверхности ротора

Ниже определяется форма кривой, ограничивающей движущуюся массу в любом сечении, проходящем через ось ротора. Для этого в выбранной системе координат  $x, y$  на расстоянии  $x$  делаем сечение движущейся массы плоскостью, перпендикулярной просеивающей

поверхности. Толщина сечения материала равна  $y$ , а его площадь по всему сечению

$$S = 2\pi(r + x \sin \alpha)y. \quad (1)$$

Принимаем производительность грохота  $Q$ , тогда количество надрешетного продукта  $Q_n$ , проходящего через сечение  $S$ , будет зависеть от  $x$ :

$$Q_n(x) = Q - kx, \quad (2)$$

где  $k$  - коэффициент, величина которого определяется ниже.

На рис. 2 изображен график распределения надрешетного продукта по длине просеивающей поверхности. По начальным условиям в сечении  $x = L$  проходит 25% исходного продукта, т.е.:

$$Q(L) = 0.25Q.$$

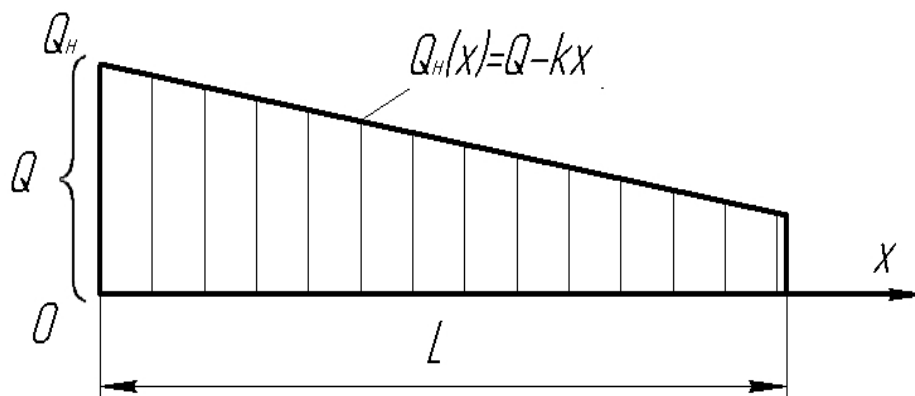


Рис. 2 – График распределения надрешетного продукта по длине просеивающей поверхности

Подставляя это значение в формулу (2), получим:

$$0.25Q = Q - kL; \quad \text{откуда } k = 0.75 \frac{Q}{L}.$$

Количество надрешетного продукта по длине просеивающей поверхности распределяется по формуле:

$$Q_n(x) = Q \left( 1 - 0.75 \frac{x}{L} \right). \quad (3)$$

С другой стороны, это же количество надрешетного продукта равно:

$$Q_n(x) = \gamma \cdot S \cdot V_\xi, \quad (4)$$

где  $\gamma$  - насыпной вес массы исходного материала,  $\text{т/м}^3$ ;

$S$  - площадь сечения, м<sup>2</sup>;

$V_\xi$  - скорость частицы в сечении  $y$ , м/с.

Площадь  $S$  определяется формулой (1), скорость  $V_\xi$  движения отдельной частицы – по формуле (4).

Составляющая относительной скорости частицы вдоль образующей конуса [7]:

$$V_\xi = \dot{\xi} = \xi_0 \frac{\omega \sin \alpha}{k_1} \cdot \left( 1 - \frac{B}{C e^{B\omega \sin \alpha \cdot t} - A} \right) \times \left( \frac{C - A}{C e^{B\omega \sin \alpha \cdot t} - A} \right)^{\frac{1}{k_1 A}} \cdot e^{\frac{\sin \alpha}{k_1} \left( 1 + \frac{B}{A} \right) \omega t} \quad (5)$$

где  $\alpha$  - угол при вершине вращающегося конуса;

$\omega$  - угловая скорость конуса, с<sup>-1</sup>;

$\xi_0$  - начальная координата частицы, м;

$k_1 = \operatorname{tg} \beta$  - тангенс угла между вектором относительной скорости частицы и образующей конуса;

$A$ ,  $B$  и  $C$  – коэффициенты – см. [5].

По формуле (5) можно вычислить скорость частицы в любой момент времени (рис. 3).

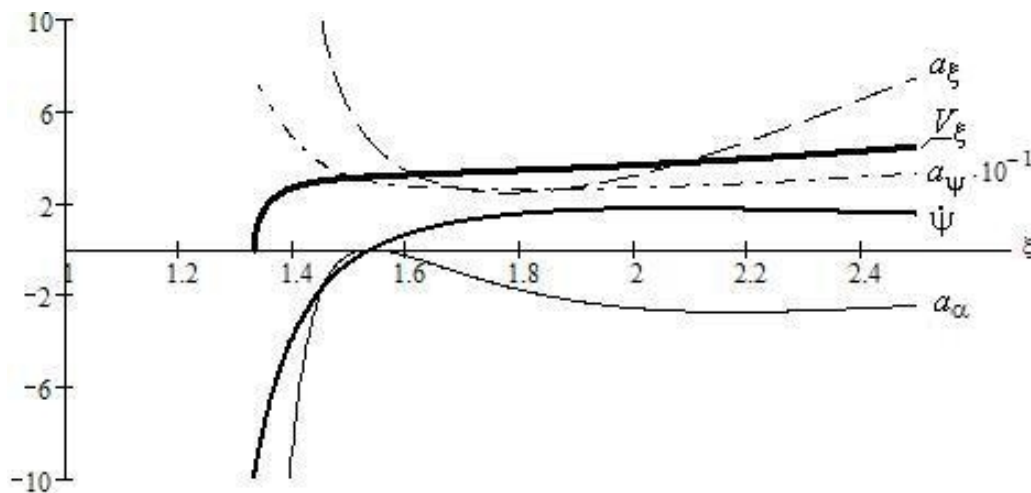


Рис. 3 – Проекция скорости и ускорения твёрдой частицы на подвижные оси

Согласно рисунку 3, форма кривой  $V_\xi$  – парабола:

$$V_\xi^2 = 2px, \quad (6)$$

где  $p$  - параметр параболы, определяемый при совместном числовом расчете по (5) и (6).

Приравнивая (3) и (4), получим уравнение кривой, ограничивающей свободную поверхность массы, движущейся внутри ротора:

$$Q\left(1 - \frac{0.75}{L}x\right) = \gamma \cdot 2\pi(r + x \sin \alpha)y \cdot \sqrt{2px}$$

или

$$y = \frac{Q\left(1 - \frac{0.75}{L}x\right)}{2\pi\gamma(r + x \sin \alpha) \cdot \sqrt{2px}}, \quad (7)$$

где  $Q$  - производительность грохота по исходному материалу, т/час;  
 $L$  - длина просеивающей поверхности, м;  
 $r$  - радиус ротора в начале просеивающей поверхности, м;  
 $p$  - параметр параболы на графике скорости  $V_{\xi}$  (рис.3).

Формула (7) позволяет определить толщину слоя  $y$  разделяемой смеси в любом сечении по длине образующей конического вращающегося сепаратора для построения кривой формы поверхности и с целью определения количества слоев материала по размеру максимальной частицы и длине просеивающей поверхности.

**Выводы и направление дальнейших исследований:** В настоящей работе теоретически обоснована закономерность формирования поверхности массы исходного материала внутри вращающейся конической поверхности сепаратора с учётом длины  $L$  образующей и угла  $\alpha$  при вершине вращающегося конуса, в зависимости от производительности  $Q$  агрегата и насыпной плотности  $\gamma$  исходной смеси.

Направлением дальнейших исследований является определение уточненных условий массового движения частиц по внутренней поверхности вращающегося конуса сепаратора и вычисление действительной производительности установки.

#### Список литературы

1. Булгаков Ф.Н. Некоторые вопросы теории центробежного струйного грохота / Ф.Н. Булгаков // Труды Донецкого индустриального института. – Донецк: ДИИ, 1959. – Т. XXIX.
2. Булгаков Ф.Н. Классификация углей в центробежном поле / Ф.Н. Булгаков, Б.Б. Зельдин // Сб. «Обогащение полезных ископаемых». – К.: Техніка, 1972.
3. Баллистическое обогащение полезных ископаемых / В.В. Журба, Ф.Н. Булгаков, Б.Б. Зельдин, Л.Н. Горохова // Обогащение полезных ископаемых. – 1985. – Вып. 35.
4. Условия движения твердых частиц твердых промышленных и бытовых отходов через щели сепараторов / В.Б. Малеев, А.С. Парфенюк, С.П. Веретельник и др. // Сборник трудов

- ХІІ міжнародної науково-технічної конференції «Машиностроение и техносфера ХХІ века» в г.Севастополі 12-17 вересня 2005г. В 5-ти т. – Донецьк: ДонНТУ, 2005. – Т. 4. – С. 211-215.
5. Восходящее движение твердых частиц на вращающейся наклонной поверхности применительно к их классификации / В.Б. Малеев, А.С. Парфенюк, В.В. Журба и др. // Сборник трудов ХІІІ міжнародної науково-технічної конференції «Машиностроение и техносфера ХХІ века» в г.Севастополі 11-16 вересня 2006г. В 5-ти т. – Донецьк: ДонНТУ, 2006. – Т.5. – С. 274-278.
6. Малеев В.Б. Определение верхнего предела крупности частиц исходного материала при грохочении в поле центробежных сил / В.Б. Малеев, В.В. Журба, А.А. Кудрявцев // Материалы V Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы мегаполисов», 21-23 мая 2008г., г. Донецк-Авдеевка. – Донецьк: ДонНТУ. 2008. – С. 147-151.
7. Малеев В.Б. Относительное движение частиц твердых отходов по внутренней поверхности вращающегося ротора / В.Б. Малеев, В.В. Журба, А.А. Кудрявцев // Наукові праці ДонНТУ. Серія: гірничо-електромеханічна. – 2007. – Вип. 14(127). – С. 247-255.

*Стаття надійшла до редакції 15.09.2012*

***В.Б.Малеев, М.Й.Скоринін, О.О.Кудрявцев. Донецький національний технічний університет***

**Визначення форми поверхні маси початкового матеріалу, яка знаходиться усередині ротора сепаратора.**

*Виведена формула, що дозволяє визначити товщину шару початкового матеріалу у будь-якому перерізі по довжині ротора сепаратора.*

**Ключові слова: сепаратор, початковий матеріал, форма поверхні.**

***V. Maleyev, N. Skorinin, A. Kudryavzev. Donetsk National Technical University***

**Defining the Form of the Surface of the Feedstock Mass, Which Is inside a Separator Rotor.**

*We have derived a formula that allows calculating the thickness of a feedstock layer in any section along the rotor length.*

**Keywords: separator, feedstock, surface form.**