

Воронов В. П., канд. физ.-мат. наук, проф.,  
 Семикопенко И. А., канд. техн. наук, доц.,  
 Гордеев С. И., аспирант,  
 Вялых С. В., аспирант,  
 Дятлова Е. И., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ЧАСТИЦЕЙ МАТЕРИАЛА МЕЖДУРЯДНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЕЗИНТЕГРАТОРА

voronov@mail.com

В данной работе рассматривается встречное движение воздушных потоков в междурядном пространстве дезинтегратора.

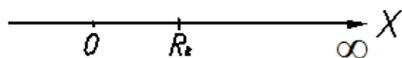
**Ключевые слова:** встречный воздушный поток, вихрь, условие прохождения, частица материала, дезинтегратор.

Согласно работе [1], в результате движения с одинаковой скоростью  $u_0$  встречных воздушных потоков с плоскостью  $\mathcal{Y}$  в неограниченном пространстве на границе встречи воздушных потоков возникает вихревое движение, при котором в плоскости, перпендикулярной оси вихря вектор скорости осуществляет поворот на угол  $180^\circ$  от своего первоначального значения, не меняя при этом абсолютной величины. Компоненты же вектора скорости в плоскости, перпендикулярной оси вихря на основании [1] определяются следующими отношениями:

$$u_x = u_0 \sin \left\{ 2 \arctg \left( \exp \left( \frac{x}{R} \right) \right) \right\}; \quad (1)$$

$$u_y = u_0 \cos \left\{ 2 \arctg \left( \exp \left( \frac{x}{R} \right) \right) \right\},$$

здесь  $x$  – текущая координата границы столкновения встречных воздушных потоков:  $(-\infty \leq x \leq \infty)$ ;



$u_0$  – скорость схода воздуха, для радиально расположенных ударных элементов дезинтегратора, которая согласно [2] определяется на основании соотношения:

$$u_0 = \omega \sqrt{h(D_k - h)}, \quad (2)$$

где:  $\omega$  – частота вращения ротора дезинтегратора;  $h$  – высота ударных элементов;  $D_k$  – диаметр  $k$ -того ряда дезинтегратора.

Для описания встречного движения воздушных потоков, исходящих из двух соседних “ $k$ ” и “ $k+1$ ” рядов ударных элементов, вращающихся в противоположных направлениях, перейдем в поле комплексных чисел.

При этом, согласно расчетной схемы, представленной на рис. 1, осуществим комформное отображение области изменения  $x$  на окружность радиуса  $R_k$  в комплексной области  $z$ .

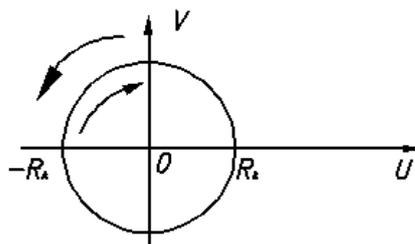


Рис. 1. Расчетная схема для комформного отображения точек прямой на окружность радиуса  $R_k$ .

Данное комформное отображение согласно [3] можно осуществить с помощью следующей дробно-рациональной функции:

$$x = -iR_k \frac{z - R_k}{z + R_k}, \quad (3)$$

где  $R_k$  – граничный радиус, разделяющий встречные воздушные потоки, исходящие из “ $k$ ”

и “ $k+1$ ” рядов ударных элементов;  $z$  – комплексное число в тригонометрической форме, принадлежащее окружности  $z = R_k$ .

Согласно данным работы [1], энергия воздушного вихря (1) задается следующим соотношением:

$$W = \frac{\pi D_k^2 u_0^2}{2} \gamma \int_{-\infty}^{+\infty} \left\{ R_k^2 \left( \frac{d\theta}{dx} \right) + \sin^2 \theta \right\} dx = \pi R_k^2 u_0^2 \gamma \int_0^\pi \sin \theta d\theta = 2\pi R_k^2 \gamma \cdot u_0^2 \quad (4)$$

Далее, если предположить, что согласно расчетной схемы, представленной на рисунке 2, исходный воздушный вихрь, задаваемый выражениями (1), (3), (4) распадается на « $2n$ » не взаимодействующих вихрей, как представлено на рисунке 2. Тогда если через  $E_1$  обозначить энергию единичного вихря, то на основании закона сохранения энергии можно записать следующее соотношение:

$$2\pi R_k^2 \gamma \eta u_0^2 = 2nE_1 \quad (5)$$

где  $n$  - количество ударных элементов в « $k$ -том» ряду камеры помола дезинтегратора и согласно данным работы [4] задаются соотношением:

$$n = 1,41^{k-1} \frac{\pi D_1}{2d_{\max} + b}, \quad (6)$$

где:  $D_1$  - диаметр первого внутреннего ряда ударных элементов;

$d_{\max}$  - максимальный размер исходных кусков материала;

$b$  - толщина ударных элементов.

На основании соотношения (5) находим, что

$$E_1 = \frac{\pi R_k^2 \gamma \eta u_0^2}{n}. \quad (10)$$

С другой стороны, кинетическая энергия  $T$  частицы материала, сходящей с « $k$ »-того ряда ударных элементов, определяется следующим соотношением:

$$T = \frac{\pi d^3}{12} \rho v^2, \quad (8)$$

здесь  $d$  - диаметр частицы, сходящей с ударного элемента « $k$ »-того ряда;  $\rho$  - плотность частицы;  $v$  - скорость схода частицы материала, которая, согласно результату работы [5] для радиального расположения ударных элементов, задается следующим соотношением:

$$v = \omega \rho_0 \frac{\cos \beta_0 - \mu \sin \beta_0}{2\mu} \quad (9)$$

Для того, чтобы частица материала могла осуществить переход с ударных элементов « $k$ »-того ряда на ударные элементы « $k+1$ » ряда, должно выполняться следующее равенство:

$$\frac{\pi d^3}{12} \rho v^2 \geq \frac{\pi R_k^2 \gamma \eta u_0^2}{n}. \quad (10)$$

На основании полученного соотношения (10) следует, что частица материала осуществляет переход с « $k$ »-того ряда ударных элементов на ударные элементы « $k+1$ » ряда при выполнении следующего условия  $d > d_{\min}$ ,

$$\text{где } d_{\min} = \sqrt[3]{\frac{12 R_k^2 \gamma \eta u_0^2}{\rho v^2}}. \quad (11)$$

Графическая зависимость величины (11) от граничного радиуса  $R_k$ , разделяющего встречные воздушные потоки, представлена на рисунке 3.

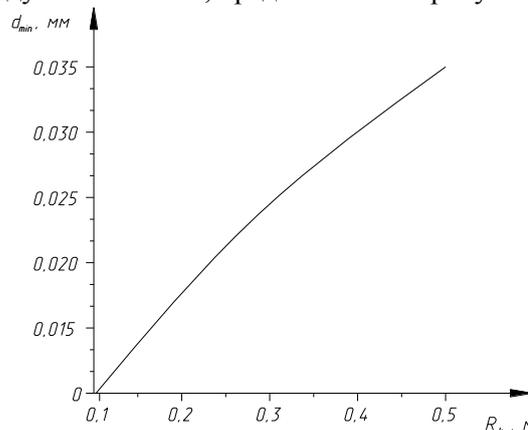


Рис. 3. Зависимость диаметра частицы  $d_{\min}$  от граничного радиуса  $R_k$ , разделяющего встречные воздушные потоки

Из графической зависимости можно сделать вывод, что при увеличении граничного радиуса  $R_k$ , разделяющего встречные воздушные потоки, диаметр частицы  $d_{\min}$ , которая осуществляет переход с « $k$ »-того ряда ударных элементов на ударные элементы « $k+1$ » увеличивается.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронов В.П., Семикопенко И.А., Вялых С.В., Дятлова Е.И. Расчет поля скорости воздушного потока в плоскости, перпендикулярной оси вихря. Вестник БГТУ, №4, с.65-67.
2. Клочков Н.В., Блиничев В.Н., Бобков С.П., Пискунов А.В. Методика расчета воздуха в центробежно-ударной мельнице. Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 1982, №2, с. 230-232.
3. Свешников А.Г., Тихонов А.Н. Теория функций комплексного переменного. М.: Наука, 1970, 304с.
4. Рязанцева А.В. Использование дезинтеграторной технологии для интенсификации процессов в гетерогенных системах. Диссертация к.т.н. Иваново, 2003.
5. Воронов В.П., Семикопенко И.А., Пензев П.П. Теоретические исследования скорости движения частиц материала вдоль поверхности ударного элемента мельницы дезинтеграторного типа. Известия ВУЗов. Строительство, №11-12, 2008, с. 93-96.