

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

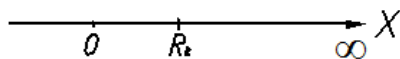
В данной работе рассматривается встречное движение воздушных потоков в междурядном пространстве дезинтегратора.

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° 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:

$$\begin{aligned} u_x &= u_0 \sin \left\{ 2 \arctg \left(\exp \left(\frac{x}{R} \right) \right) \right\}; \\ u_y &= u_0 \cos \left\{ 2 \arctg \left(\exp \left(\frac{x}{R} \right) \right) \right\}, \end{aligned} \quad (1)$$

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: ω – 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 .

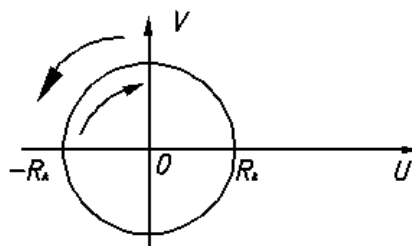


Рис. 1. Расчетная схема для комформного отображения точек прямой на окружность радиуса R_k .

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:

$$2\pi R_k^2 \gamma \eta u_0^2 = 2n E_1 \quad (5)$$

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; ρ - 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.

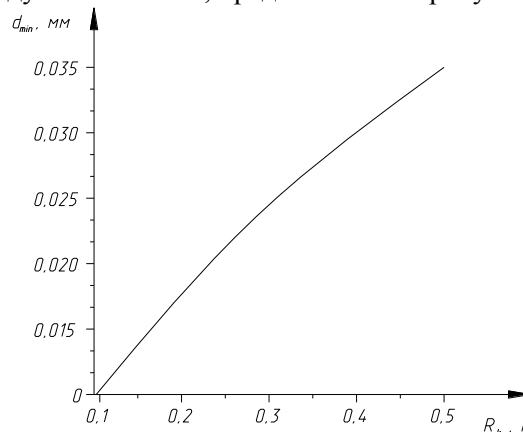


Рис. 3. Зависимость диаметра частицы d_{min} от граничного радиуса R_k , разделяющего встречные воздушные потоки

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.