

$$V_{(\rho, \theta)} = \frac{U_{in}}{2(\sqrt{\rho} - \sqrt{r})} \cdot \sqrt{\rho} \cdot \sqrt{\frac{1 - \cos \theta}{2}} \quad (5)$$

Эти же уравнения в декартовых координатах

$$U_{(x,y)} = \frac{U_{in}}{2\left(\sqrt{\frac{L_o}{2}} - \sqrt{r}\right)} \left( \sqrt{x^2 + y^2} - \sqrt{r} \right) \times \\ \times \sqrt{0,5 + \frac{0,5 \cdot x}{\sqrt{x^2 + y^2}}} \\ V_{(x,y)} = \frac{U_{in}}{2\left(\sqrt{\frac{L_o}{2}} - \sqrt{r}\right)} \sqrt{0,5 + \frac{0,5x}{\sqrt{x^2 + y^2}}}$$

Поскольку электростатическое поле имеет по-

тенциальный характер, напряженность электростатического поля  $E$  может быть определена в любой точке разрядного промежутка [3]:

$$E_x = -\frac{\partial U}{\partial x} = \frac{\partial V}{\partial y};$$

$$E_y = -\frac{\partial V}{\partial x} = \frac{\partial U}{\partial y}.$$

На частицу аэрозоля, имеющую заряд  $q$ , действуют силы:

$$F_x = qE_x, \quad F_y = qE_y,$$

определяющие перемещение частицы в электростатическом поле.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кайгородов Ю.М. Основы расчета и создание электрогазодинамических установок для борьбы с аэрозолями в горной промышленности. Автореферат кандидатской диссертации. – Новосибирск, 1991, 13 с.
2. Татур Т.А. Основы теории электромагнитного поля. Справочное пособие. – М.: ВШ, 1989, 272 с.
3. Нейман Л.Р., Калантаров П.Л. Теоретические основы электротехники. Часть 3. – М.: Госэнергоиздат, 1959, 232 с.

□ Автор статьи:

Кайгородов  
Юрий Миронович,  
канд. техн. наук, доцент  
каф. электропривода и  
автоматизации КузГТУ  
Тел. 8-913-291-82-50

УДК 621.359.4

Ю. М. Кайгородов

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБТЕКАНИЯ ЦИЛИНДРА ПОТОКОМ ГАЗА

В продольных электрофильтрах поток газа обтекает цилиндрические осадительные электроды. При этом на процесс осаждения электрически заряженных частиц аэрозоля кроме электрических сил оказывают влияние аэродинамические силы и силы инерции. Поэтому возникает необходимость исследования процесса обтекания осадительного электрода.

При решении поставленной задачи постулируется, что течение газа имеет потенциальный характер. Общий вид потенциального обтекания цилиндра представлен на рис. 1.

Газ поступает в электрофильтр со скоростью  $W$  и обтекает осадительный цилиндрический электрод радиусом  $r$ . Положение точки  $M$  в зоне осаждения определяется радиусом  $\rho$  и углом  $\theta$  в полярной системе координат и координатами  $x, y$

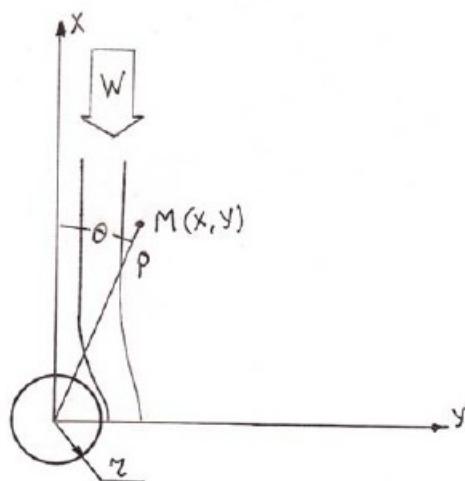


Рис. 1. Обтекание цилиндра потоком газа

— в декартовой системе.

В работе [1] приводится уравнение потенциала  $\Psi$  в полярных координатах, описывающее закономерность обтекания цилиндра потенциальной жидкостью (газом):

$$\Psi(\rho, \theta) = \Psi\left(\rho + \frac{r^2}{\rho}\right) \cos \theta$$

В декартовых координатах последнее уравнение будет иметь вид

$$\Psi(x, y) = W\left(1 + \frac{r^2}{\rho}\right) \rho \cos \theta = W\left(1 + \frac{r^2}{x^2 + y^2}\right) x$$

Для потенциального течения справедливы уравнения компонентов скорости [2]:

$$W_x = \frac{\partial \Psi}{\partial y}, \quad (1)$$

$$W_y = -\frac{\partial \Psi}{\partial x}. \quad (2)$$

Рассмотрим решение уравнения (1)

$$W_x = (Wx)' + \left( \frac{Wr^2 x}{x^2 + y^2} \right)' = W + Wr^2 \left( \frac{x}{x^2 + y^2} \right)', \quad (3)$$

примем  $t = \frac{x}{x^2 + y^2}$  и прологарифмируем это

выражение  $\ln t = \ln x - \ln(x^2 + y^2)$ , затем про-дифференцируем полученное уравнение

$$\frac{t'}{t} = \frac{1}{t} - \frac{2x}{x^2 + y^2}$$

и преобразуем его к виду

$$\frac{x}{x^2 + y^2} \left( \frac{1}{x} - \frac{2x}{x^2 + y^2} \right) = \frac{1}{x^2 + y^2} - \frac{2x^2}{(x^2 + y^2)^2}.$$

Подставив последнее выражение в (3), получим

$$W_x = W \left( 1 + \frac{r^2}{x^2 + y^2} - \frac{2r^2 x^2}{(x^2 + y^2)^2} \right). \quad (4)$$

Аналогичным образом решается уравнение (2).

$$W_y = -(Wx)' - \frac{Wr^2 x}{x^2 + y^2} = -Wr^2 x \left( \frac{1}{x^2 + y^2} \right)', \quad (5)$$

Обозначим

$$t = \frac{1}{x^2 + y^2} \quad (6)$$

и прологарифмируем это выражение

$$\ln t = -\ln(x^2 + y^2).$$

В результате дифференцирования последнего уравнения получим зависимость

$$\frac{t'}{t} = -\frac{2y}{x^2 + y^2},$$

подставив в которую выражение (6), найдем компоненту скорости по оси Y

$$W_y = \frac{2Wr^2 xy}{(x^2 + y^2)^2}.$$

Таким образом, скорость газа в любой точке зоны осаждения будет определяться компонентами скорости:

$$W_x = W \left( 1 + \frac{r^2}{x^2 + y^2} - \frac{2r^2 x^2}{(x^2 + y^2)^2} \right),$$

$$W_y = \frac{2Wr^2 xy}{(x^2 + y^2)^2}.$$

Полученные уравнения позволяют определить аэродинамические силы, которые совместно с электрическими силами и силами инерции обуславливают траекторию движения частиц аэрозоля в зоне осаждения продольного электрофильтра.

Для проверки адекватности математической модели обтекания цилиндра потоком газа оценим скорости потока в характерных (критических) точках:

- в точке с координатами  $x = r, y = 0$

$$W_x = 0, \quad W_y = 0;$$

- в точке с координатами  $x = 0, y = 0$

$$W_x = 2W, \quad W_y = 0.$$

Полученные оценки подтверждают адекватность математической модели реальному процессу обтекания газом цилиндра.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ричардсон Э. Динамика реальных жидкостей. — М.: Мир, 1965, 327 с.
2. Выгодский М. Я. Справочник по высшей математике. — М.: Наука, 1966, 870 с.

□ Автор статьи:

Кайгородов

Юрий Миронович,

канд. техн. наук, доцент каф. электро-

привода и автоматизации КузГТУ

Тел. 8-913-291-82-50