УДК 66.021

Бальчугов Алексей Валерьевич,
д.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет, e-mail: balchug@mail.ru

СКОРОСТЬ ПРОДОЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОЙ ЧАСТИЦЫ В ПЫЛЕОСАДИТЕЛЬНОЙ КАМЕРЕ

Balchugov A.V.

SPEED OF LONGITUDINAL MOVEMENT OF A SOLID PARTICLE IN A DUST SEDIMENTATION APPARATUS

Аннотация. Приведён вывод критериального уравнения для скорости продольного движения твердой частицы в пылеосадительной камере методом анализа размерностей.

Ключевые слова: пылеосадительная камера, теория подобия, метод анализа размерностей, критериальное уравнение.

Abstract. This article presents the derivation of a criterial equation for the longitudinal velocity of a solid particle in a dust settling chamber using dimensional analysis.

Keywords: dust settling chamber, similarity theory, dimensional analysis, criterial equation.

В полочном пылеосадителе (рис.) твердая частица увлекается горизонтальным потоком воздуха. Скорость продольного движения частицы меньше скорости воздуха. Рассмотрим вывод общего вида критериального уравнения для скорости движения частицы в потоке на основе метода анализа размерностей [1].

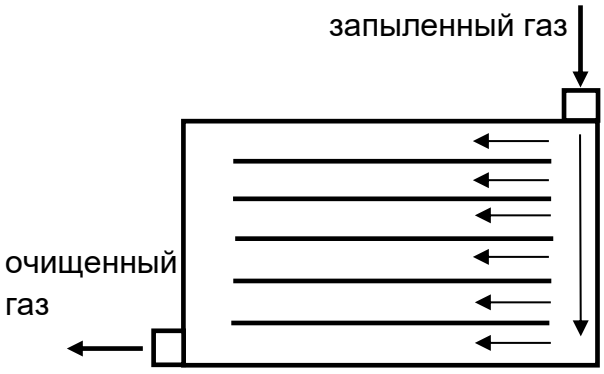

Рисунок – Схема полочного пылеосадителя

Установим параметры процесса, влияющие на скорость частицы (W, м/с): w – скорость воздуха, м/с; d – диаметр частицы, м; ρ' – плотность частицы, кг/м^3; ρ – плотность воздуха, кг/м^3; μ – коэффициент динамической вязкости воздуха, кг/(м·с). Зависимость скорости продольного движения частицы от других параметров имеет вид:

$$W = f\left(w, d, \rho', \rho, \mu\right). \qquad (1)$$

Первичными (основными) единицами измерения в данном случае являются: килограммы (единица измерения массы [M]), метры (единица измерения длины [L]), секунды (единица измерения времени [T]). Примем за основные величины d, ρ, w. Число переменных величин равно n=6. Количество первичных (основных) единиц измерения равно m=3. Критерии подобия получаются делением каждой оставшейся величины (W, μ, ρ') на произведение основных величин (d, ρ, w), возведенных в степени. Критерии подобия будут иметь вид:

$$\Pi_1 = \frac{W}{d^a \cdot \rho^b \cdot w^c}, \qquad (2)$$

$$\Pi_2 = \frac{\mu}{d^k \cdot \rho^l \cdot w^m}, \qquad (3)$$

$$П_3 = \frac{\rho'}{d^e \cdot \rho^p \cdot w^i}. \quad (4)$$

Представим зависимость (1) в виде:

$$\frac{W}{d^a \cdot \rho^b \cdot w^c} = \phi\left(\frac{\mu}{d^k \cdot \rho^l \cdot w^m}; \frac{\rho'}{d^e \cdot \rho^p \cdot w^i}\right). \quad (5)$$

Левая часть уравнения (5) – безразмерная величина:

$$\frac{[W]}{[d]^a \cdot [\rho]^b \cdot [w]^c} = 1, \quad (6)$$

$$\frac{[L]^1 [T]^{-1}}{[L]^a \cdot \left([M][L]^{-3}\right)^b \cdot \left([L]^1 [T]^{-1}\right)^c} = 1, \quad (7)$$

$$[M]^{-b} [L]^{1-a+3b-c} [T]^{-1+c} = 1. \quad (8)$$

Равенство (8) выполняется, если:

$$\left.\begin{array}{c} -b = 0 \\ 1 - a + 3b - c = 0 \\ -1 + c = 0 \end{array}\right\}, \quad (9)$$

откуда: $b = 0$, $c = 1$, $a = 0$.

Критерий подобия (2) примет вид:

$$П_1 = \frac{W}{w}. \quad (10)$$

Аналогично можно получить другие критерии:

$$П_2 = \mathrm{Re} = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}. \quad (11)$$

$$П_3 = \frac{\rho'}{\rho}. \quad (12)$$

Общий вид искомой зависимости:

$$\frac{W}{w} = C \cdot \mathrm{Re}^x \left(\frac{\rho'}{\rho}\right)^z. \quad (13)$$

Выражение (13) согласуется с выражением, полученным в работе [1]. В случае малого расстояния между полками пылеосадительной камеры l целесообразно в выражение (13) включить дополнительный критерий:

$$\frac{W}{w} = C \cdot \mathrm{Re}^x \left(\frac{\rho'}{\rho}\right)^z \left(\frac{d}{l}\right)^y. \quad (14)$$

Значения коэффициента C и показателей степени x, z, y в уравнении (14) определяются экспериментально.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Архипов В.А., Коноваленко А.И.** Практикум по теории подобия и анализу размерностей. Учебное пособие. Томск. ТГУ. 2016. 92 с.