

На основании выше изложенного дальнейшие исследования следует посвящать разработке технологии получения кобальта автоклавным методом, кроме того рассмотреть метод экстракции как перспективный метод получения кобальта высокой чистоты.

Литература:

1. Алкацев М.И. Процессы цементации в цветной металлургии. М.: Металлургия, 1981.
2. Бартфаи Бела. Справочник гальваностега. – М.: Металлургия, 1960.
3. Вишенков С.А. Химические и электрохимические способы осаждения металлопокрытий. М.: Машиностроение, 1975. – 736 с.
4. Гиндин Л.М. Экстракционные процессы и их применение. – М.: Наука, 1984. – 144 с.
5. Ежовска-Тршебятowska Б. И др. Редкие элементы: Распространение в природе и технология извлечения. – М.: Мир, 1979. – 369 с.
6. Перельман Ф.М., Зворыкина А.Я. Кобальт и никель. – М.: Наука, 1975, 215 с.
7. Физико-химические основы процесса химического кобальтирования. Горбунова К.М., Никифорова А.А., Садаков Г.А., Моисеев В.П., Иванов М.В. – М.: Наука, 1974. – 220 с.

УДК 628.511.1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ В ВИНТОВОМ ВОЗДУШНОМ ПОТОКЕ

С.С. Клименков, В.В. Силивончик, И.А. Тимонов, А.А. Ходьков
(ВГТУ, г. Витебск)

При разработке новых конструкций пылеулавливающих устройств важное значение имеют теоретические исследования процесса пылеулавливания в этих аппаратах.

На кафедре "Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки" ВГТУ проводится работа по созданию высокоэффективного аппарата инерционного типа для обеспыливания воздуха, названного вследствие конструктивных особенностей и принципа действия шнековый пылеуловитель.

При исследовании движения запыленного газа в аппарате было выявлено, что в пылеуловителе формируется сложный турбулентный поток, изучение параметров которого связано с большими трудностями. В то же время было установлено, что сепарация частиц пыли в шнековом пылеуловителе осуществляется преимущественно за счет центробежных сил, вызывающих появление радиальной составляющей скорости относительно среды.

Теоретические расчеты вихревых процессов в аппарате были основаны на принципе приравнивания центробежной силы, действующей на частицу пыли при ее вращательном движении вместе с воздушным потоком, к силе сопротивления воздуха относительно движению частицы. При этом условно принималось, что частица пыли имеет шарообразную форму. При рассмотрении процесса не учитывалась сила тяжести частицы, так как она примерно в 40 раз меньше центробежной силы, следовательно ею можно пренебречь.

В работе исследуется процесс взаимодействия воздушного потока, движущегося в пространстве, ограниченном винтовой поверхностью и соосной ей цилиндрической поверхностью, с пылевой частицей. Рассмотрение будет вестись в цилиндрических координатах, таких что ось переменной Z направлена по оси винтовой поверхности (рис. 1).

Воздушный поток движется вдоль винтовой поверхности, определяемой в цилиндрических координатах уравнением:

$$z = \lambda \cdot \varphi, \quad \lambda = \text{const}.$$

Примем, что компоненты вектора скорости воздушного потока в цилиндрических координатах удовлетворяют равенствам:

$$u_p = 0, \quad u_u = \frac{1}{\lambda} \cdot w_0, \quad u_z = w_0,$$

где $w_0 = \text{const}$ - скорость потока вдоль оси винтовой поверхности. При данном допущении уравнение неразрывности очевидно выполняется.

Для материальной частицы, движущейся в воздушном потоке, запишем уравнение движения

$$m \cdot \bar{a} = \bar{F}$$

Силу \bar{F} будем вычислять по известной формуле [1]:

$$\bar{F} = 3 \cdot \pi \cdot \mu_v \cdot d \cdot (\bar{w} - \bar{v}) - \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot \rho_v \cdot d^3 \cdot \bar{\omega} \cdot [\bar{\omega} + \bar{r}],$$

где \bar{w} - вектор скорости потока,

\bar{v} - вектор скорости частицы,

$\bar{\omega}$ - угловая скорость потока,

\bar{r} - радиус-вектор частицы,

m, d - масса и диаметр частицы,

ρ_v, μ_v - плотность и динамическая вязкость воздуха.

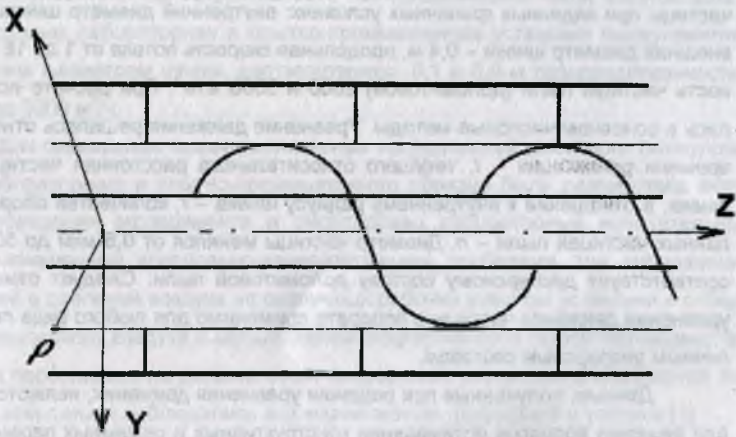


Рис. 1. Схема аппарата в цилиндрических координатах.

Вектор ускорения \bar{e} в цилиндрических координатах имеет компоненты

$$a_\rho = \ddot{\rho} - \rho \dot{\varphi}^2, \quad a_\varphi = \rho \ddot{\varphi} + 2\dot{\rho}\dot{\varphi}, \quad a_z = \ddot{z}$$

тогда движение частицы будет описываться тремя дифференциальными уравнениями

$$\ddot{\rho} - \rho \dot{\varphi}^2 = -\frac{3 \cdot \pi \cdot \mu_v \cdot d}{m} \cdot \dot{\rho} + \frac{\pi \cdot \rho_v \cdot d^3}{6 \cdot m} \cdot \omega^2 \rho,$$

$$\rho\ddot{\varphi} + 2 \cdot \dot{\rho} \cdot \dot{\varphi} = \frac{3 \cdot \pi \cdot \mu_B \cdot d}{m} \cdot \rho \cdot (\omega - \dot{\varphi}),$$

$$\ddot{z} = \frac{3 \cdot \pi \cdot \mu_B \cdot d}{m} \cdot (\omega_0 - \dot{z}),$$

которые рассматриваются вместе с начальными условиями

$$t = 0, \quad \dot{\rho} = 0, \quad \dot{\varphi} = \omega = \frac{w_0}{\lambda}, \quad \dot{z} = w_0.$$

Последнее уравнение сразу даст $\dot{z} = \text{const} = w_0$.

Первые два уравнения решаются численными методами Эйлера с уточнением или Рунге-Кутты.

В результате было составлено и решено на ЭВМ уравнение движения частицы при заданных граничных условиях: внутренний диаметр шнека – 0,09 м, внешний диаметр шнека – 0,4 м, продольная скорость потока от 1 до 18 м/с, плотность частицы пыли (доломитовой) 2800 и 3500 кг/м³. При расчете использовались в основном числовые методы. Уравнение движения решалось относительно времени релаксации – t , текущего относительного расстояния частицы от оси шнека, в отношении к внутреннему радиусу шнека – r , количества оборотов, сделанных частицей пыли – n . Диаметр частицы менялся от 0,5 мкм до 50 мкм, что соответствует дисперсному составу доломитовой пыли. Следует отметить, что уравнение движения частицы в аппарате применимо для любого вида пыли с различным дисперсным составом.

Данные, полученные при решении уравнения движения, являются основой для решения вопросов оптимизации конструктивных и режимных параметров работы шнековых пылеуловителей любых типоразмеров. Таким образом появляется возможность осуществлять проектирование, оценку эффективности пылеулавливания и подбор исследуемых аппаратов для заданных производственных условий.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха. - М.: Стройиздат, 1981.