

УДК 622.86.7

## СКОРОСТЬ ПАДЕНИЯ ЧАСТИЦ ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ

А.А Дёмина, С.А, Бабина студентки гр. ОПс-171, II курс  
Т. И. Янина, к.т.н., доцент, А. С. Гуменный, к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева.  
г. Кемерово

Кузбасс (Кузнецкий угольный бассейн) является одним из крупных месторождений угля в мире. В Кемеровской области добывается около 60% российского угля и более 80% наиболее ценных коксующихся марок. Предприятия отрасли не только добывают, перерабатывают и перевозят «черное золото», а так же обогащают его для того чтобы отделить все ценные минералы от пустой породы. Обогащение полезных ископаемых осуществляется на обогатительных фабриках, в Кузбассе их около тридцати.



Рис.1. Фотография обогатительной фабрики.

Основные методы обогащения полезных ископаемых:

- Гравитационный метод;
- Флотационный метод;
- Магнитный метод;
- Электрический метод;
- Специальный метод;
- Процесс классификации.

Классификация - процесс разделения смеси минеральных зерен на классы различной крупности, по скоростям их осаждения в водной или воздушной средах. Данный процесс используется в обогащении полезных ископаемых и

осуществляется в специальных аппаратах, которые называются классификаторами.

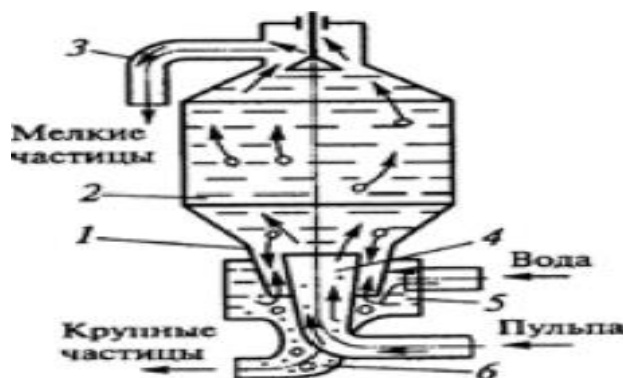


Рис.1. Блок-схема классификатора.

В воде, в любой другой жидкости или в воздухе падающее тело встречает сопротивление среды.

Параметр, характеризующий режим течения жидкости называется параметр Рейнольдса ( $Re$ ). При значениях  $Re \geq 1000$  течение жидкости турбулентное, при  $Re \leq 1$  – ламинарное и при  $Re = 1000 - 1$  режим течения жидкости промежуточный.

Для определения скорости частиц нужно знать ее размер и плотность исходя из этих данных применяем нужные формулы:

Для частиц крупностью 2 мм и выше формула Риттингера:

Для воды:

$$v_0 = 0,16\sqrt{d(\delta - 1000)};$$

Для воздуха:

$$v_0 = 4,6\sqrt{d(\delta - 1,23)}.$$

Для частиц крупностью 0,1 мм и ниже формула Стокса:

Для воды:

$$v_0 = \frac{0,545d^2(\delta - 1000)}{\mu};$$

Для воздуха:

$$v_0 = 30278d^2(\delta - 1,23).$$

Для частиц крупностью 0,1-2 мм формула Аллена:

Для воды:

$$v_0 = \frac{0,1146d^3\sqrt{(\delta - 1000)^2}}{\sqrt[3]{\mu}};$$

Для воздуха:

$$v_0 = 40,6d^3\sqrt{(\delta - 1,23)^2},$$

где  $d$ - диаметр частиц, м;  $\delta$  – плотность частицы, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  – коэффициент вязкости, Н\*с/м<sup>2</sup>.

Для того чтобы определить скорость падения частиц можно воспользоваться методом П.В Лященко . Определение конечной скорости производится исходя из параметра Лященко  $Re^2\psi$ , где  $Re$ -параметр Рейнольдса, а  $\psi$  - коэффициент сопротивления среды.

Метод состоит из трех пунктов:

1. Зная размер частицы, ее плотность, а так же характеристику среды, определяем силу тяжести  $G_0$  этой частицы в среде:

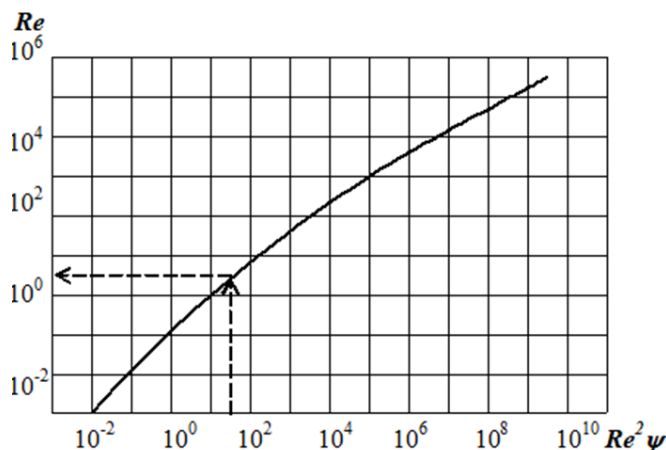
$$G_0 = \frac{\pi d^3 (\delta - \Delta) g}{6},$$

где,  $d$ - диаметр частиц, м;  $\delta$  – плотность частицы, кг/м<sup>3</sup>;  $\Delta$  - плотность среды, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

2. Определяем значение параметра Лященко по формуле:

$$Re^2\psi = \frac{G_0 \Delta}{\mu^2}$$

Зная значение параметра  $Re^2\psi$ , по диаграмме Лященко  $Re^2\psi - Re$  определяем значение  $Re$ .



3. Исходя из значения  $Re$  определяем конечную скорость падения частицы по формуле:

$$v_0 = \frac{Re \mu}{d \Delta}$$

Определим конечные скорости падения частиц в воде и воздухе.  
крупностью 3: 0,5; 0,08, плотность частиц 5000 кг/м<sup>3</sup>.

Для частиц крупностью 3 мм применяем формулы Риттенгера.

В воде:

$$v_0 = 0,16 \sqrt{0,003(5000 - 1000)} = 0,55 \text{ м/с}$$

В воздухе:

$$v_0 = 4,6 \sqrt{0,003(5000 - 1,23)} = 17,9 \text{ м/с}$$

Для частиц крупностью 0,5 мм применяем формулы Аллена.

В воде:

$$v_0 = \frac{0,1146 * 0,0005 \sqrt[3]{(5000 - 1000)^2}}{\sqrt[3]{0,001}} = 0,146 \text{ м/с}$$

В воздухе:

$$v_0 = 40,6 \sqrt[3]{(5000 - 1,23)^2} * 0,0005 = 5,95 \text{ м/с}$$

Для частиц крупностью 0,008 применяем формулы Стокса.

В воде:

$$v_0 = \frac{0,545 * 0,00008^2 (5000 - 1000)}{0,001} = 0,014 \text{ м/с}$$

В воздухе:

$$v_0 = 30278 * 0,00008^2 (5000 - 1,23) = 0,947 \text{ м/с}$$

Полученные данные внесем в таблицу:

Таблица 1

Крупность материала, мм	Скорость в среде, м/с	
	Вода	Воздух
3	0,55	17,9
0,5	0,146	5,95
0,008	0,014	0,947

Из таблицы 1 можно сделать вывод, что с увеличением плотности и вязкости среды скорость падения в ней зерен снижается, а так же более крупные частицы имеют наиболее высокую скорость падения.

Так же определим скорость падения частиц крупностью 1мм в воде по методу Лященко:

1. Определяем силу тяжести этой частицы:

$$G_0 = \frac{3,14 * 0,001^3 (5000 - 1000) * 9,81}{6} = 0,00002 \text{ Н}$$

2. Определяем значение параметра Лященко:

$$Re^2 \psi = \frac{0,00002 * 1000}{0,001^2} = 20000$$

По диаграмме находим  $Re \approx 480$ .

3. Определяем скорость:

$$v_0 = \frac{480 * 0,001}{0,001 * 1000} = 0,48 \text{ м/с}$$

Список литературы.

Дёмина А.А. Влияние экологии и технологических процессов на здоровье рабочих/ Дёмина А.А., Бабина С.А., Янина Т. И., Гуменный А. С.

1. Обогащение полезных ископаемых (статья) // Горная энциклопедия. Тома 1—5, М.: Советская энциклопедия, 1984—1991
2. Разумов К. А. Проектирование обогатительных фабрик / 3 изд., М., 1970
3. Польшкин С. И. Обогащение руд / М., 1953

4. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых: Учебник для вузов: В 2 т. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. – Т. 1. Обогачительные процессы. – 417 с.: ил.