

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смолдырев А.Е. Трубопроводный транспорт. М.: Недра, 1980.
2. Покровская В.Н. Трубопроводный транспорт в горной промышленности. М.: Недра, 1985.
3. Криль С.И. Напорные взвесенесущие потоки. Киев: Наук.думка, 1990.
4. Витенко Л.М. Предварительные результаты исследования по измельчению угля // Труды первой всесоюзной научно-технической конференции по гидравлической добыче угля. М.: Углетехиздат, 1959.
5. Трайнс В.В. Параметры и режимы гидравлического транспортирования угля по трубопроводам. М.: Наука, 1970.
6. Потураев В.Н., Волошин А.И., Пономарев Б.В. Вибрационно-пневматическое транспортирование сыпучих материалов. Киев: Наук. думка, 1989.

УДК 622.648:622.236.2

О.Г. Гоман, Е.В. Семененко

МОДЕЛЬ РАЗРУШЕНИЯ КРУПНЫХ ФРАКЦИЙ ПРИ НАПОРНОМ ГИДРОТРАНСПОРТЕ

В роботі пропонується модель процесу руйнування великих фракцій твердого матеріалу у разі його гідротранспорту. Новизною роботи можливо вважати урахування впливу на процес руйнування пористих агломератів їх фільтрації несучою рідиною. Запропонована модель дозволяє розрахувати параметри гідротранспортних систем, з урахуванням процесів руйнування та фільтрації транспортованого матеріалу під час його переміщення. Бібліогр.: - 9 найм.

При гидротранспорте твердых материалов. частицы крупностью более 2 мм перемещаются в пристеночной области, включая волочение и перекатывание. Как свидетельствуют лабораторные и промышленные исследования приведенные в работах [1, 2], разрушению при гидротранспорте наиболее подвержены частицы именно этой фракции, так как агломераты крупной фракции в результате постоянного контакта со стенкой трубопровода подвержены истирающему воздействию. Наличие

частиц этой фракции вызывает высокие, по сравнению с другими фракциями, потери напора при гидротранспорте. Таким образом, определение параметров гидротранспорта с учетом дезинтеграции частиц в процессе транспортировки является реальной возможностью повышения эффективности работы гидротранспортных комплексов.

Ряд отечественных и зарубежных авторов пытались создать математическую модель процесса истирания крупных фракций при гидротранспорте на основе понятия абразии материала. При этом предполагалось, что скорость изменения веса частицы в процессе истирания пропорциональна абразии материала, весу частицы, скорости ее движения, площади поверхности. В работах [2-4] даны формулы:

$$G(l) = G_0 \left(\frac{l_0}{l} \right)^{fV}, \quad G(l) = G_0 l^{-fl}, \quad G(l) = (G_0^{0.45} - 0.014 l)^{1/0.45},$$

где $G(l)$, G_0 – текущий и начальный вес частицы; l – пройденное расстояние; V – скорость движения частицы; l_0 – длина начального участка; f – абразия материала.

Эти формулы обладают рядом недостатков, что не позволяет применять их для расчета параметров гидротранспорта с учетом изменения гранулометрического состава транспортируемого материала. Основными недостатками являются:

- зависимости описывают истирание только одиночной частицы; при этом неизвестно, на куски какой крупности она разрушается;

- абразия, используемая в зависимостях, является размерной величиной, при этом для каждого вида постулируемой зависимости размерность f получается различной;

- абразия считается константой, что подтверждается далеко не всеми экспериментами [4].

Рассмотрим процесс истирания частицы сферической формы, перемещаемой волочением по дну трубопровода с учетом ее пропитывания несущей жидкостью. Для определенности будем рассматривать пористые агломераты как сферы диаметром δ , с

равномерно распределенными по объему порами. Жидкость, проникающая в поровое пространство агломерата, будет сжимать находящийся там газ, в монографии [5] показано, что такой процесс можно считать политропическим. Пусть в некоторый момент поровое пространство частицы диаметром δ_0 будет заполнено газом, а оставшаяся часть в слое $\delta_0 < \delta < \delta_s$ фильтрующейся жидкостью, где δ_s – начальный диаметр частицы. В силу сферической симметрии безразмерная величина $x = \delta_0/\delta_s$ будет полностью характеризовать процесс пропитывания пористого агломерата.

При движении по трубопроводу частицу твердого к стенке трубы прижимает сила веса, а стремятся взвесить силы Архимеда, Магнуса F_m и сила пульсационного воздействия жидкости F_p , величины которых определяются по формулам [6 – 8]

$$F_p = 0.138\lambda C_x \frac{\rho_o V_{cp}^2}{2} \delta^2 \frac{\pi}{4}, \quad F_m = C_m \frac{\pi}{6} \delta^2 \frac{\rho_o V_{cp}^2}{2} 0.44\lambda \lg(4.04 Re q \sqrt{\lambda}), \quad (1)$$

где C_x , C_m – коэффициент силы сопротивления и коэффициент силы Магнуса; ρ_o – плотность воды; λ – коэффициент гидравлических потерь, V_{cp} – средняя скорость гидросмеси, δ – текущий диаметр частицы; $q = \delta/\delta_s$, число Рейнольдса – $Re = V_{cp}\delta_s/\nu$, где ν – кинематическая вязкость жидкости. Вес частицы определяется из соотношений

$$G = \frac{\pi}{6} \rho_o g \left[Ar_o + m \left(1 - \left(\frac{x}{q} \right)^3 \right) \right] \delta^3, \quad (2)$$

где ρ_m – плотность пористой частицы; Ar_o – начальное значение параметра Архимеда; m – пористость материала частицы. Уравнение для определения величины x будет иметь вид [4]

$$\frac{dx}{d\tau} = - \frac{(hx^{3n} - 1)q}{(q - x)x^{3n+1}}. \quad (3)$$

Безразмерное время – $\tau = mktP_*/(g\rho_o\delta_s^2)$, где t – реальное время; k – коэффициент фильтрации; P_* – начальное давление газа в

поровом пространстве, $h = P_q / P_*$ – безразмерное давление жидкости в трубопроводе.

Элементарная работа сил трения при взаимодействии частицы со стенкой будет равна [6, 7]

$$dA = \left(f + \frac{4k_t}{\delta} \right) (G - F_p - F_m) V dt, \quad (4)$$

где V – скорость движения частицы; k_t, f – коэффициенты трения и качения скольжения. В работе [9] показано, что величина скорости движения частицы по дну выражается через скорость окружающей ее жидкости, гидравлическую крупность и значение вертикальной пульсации. Для рассматриваемых фракций трубопровода, используя формулу Риттингера приведенной в работах [2, 3] и выражения (1) – (2), будет иметь вид

$$\frac{V}{V_{cp}} = \sqrt{\lambda} \left[1.0112F - \sqrt{\frac{f + \frac{4k_t}{\delta}}{Cx} \left(\frac{4Arq}{3Fr} - Fs \right)} \right]; \quad (5)$$

где $F = \lg(4.041 Re q \sqrt{\lambda})$, $Fs = 0.1378Cx + 0.5921CmF$, а число Фруда F_r вычисляется по диаметру δ_s : $F_r = V_{cp}^2 / (g\delta_s)$.

В работах [8, 9] показано, что для процесса истирания характерно существенное увеличение весового содержания тонких классов при практически неизменном содержании мелких классов. Следовательно при истирании от частицы крупной фракции отделяются только частицы тонких фракций, в этом случае

$$\frac{dA}{dt} = \gamma \frac{d\Sigma}{dt},$$

где γ – поверхностная активная энергия [6, 7]; Σ – вновь образовавшаяся поверхность. На основе принятого постулата величина вновь образовавшейся поверхности будет выражаться по формуле $\Sigma = 3\pi n \sigma^2$, где σ – диаметр частиц тонкой фракции, n – число частиц тонкой фракции, отколовшихся от данной частицы крупной фракции. Между величинами δ и σ существует зависимость $\delta^3 = \delta_s^3 - n\sigma^3$, что позволяет записать

$$\frac{d\Sigma}{dt} = -9\pi \frac{\delta^2}{\sigma} \frac{d\delta}{dt}. \quad (6)$$

Из уравнений (4) и (6) получаем следующие уравнение процесса истирания крупных фракций

$$z \frac{dq}{d\tau} = -Fa \left(1.0112F - \sqrt{\frac{Fa}{Cx}} \right) 0.889\lambda^{3/2}; \quad Fa = \left(qf + \frac{4k_t}{\delta_s} \right) \left(\frac{4Ar}{3Fr} q - Fs \right). \quad (7)$$

где, а $z = 4mkP_*/(g\sigma\rho_oV_{cp}^3\delta_s)$ – безразмерный параметр. Начальное условие для q будет иметь вид : $q(\tau = 0) = 1$. Совместное решение уравнения (3) и (7) осуществлялось численным методом с применением ЭВМ. При этом вычисления прекращались когда $q' \leq 3FrFs/4Ar$.

Представленная модель позволяет определить изменение числа частиц мелких классов в единице объема гидросмеси. Это позволяет определить гидравлический уклон и потери напора при движении гидросмеси с учетом дезинтеграции транспортируемого материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фитерер В.В., Блюсс Б.А. Проблемы гидротранспорта россыпей на обогатительное производство// *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 1994, N1. С. 50 - 51.
2. Смолдырев А.Е. Трубопроводный транспорт. – М.: Недра, 1980.
3. Великанов М.А. Динамика русловых потоков. – Л.: Гидрометиздат, 1949.
4. Janos Bogardi. Sedement transport in alluvial streams. – Budapest, Akademiai Kiado, 1974.
5. Лейбензон Л.С. Движение природных жидкостей и газов в пористой среде. – М.: ОГИЗ, 1947.
6. Надежность и долговечность напорных гидротранспортных систем// Л.И.Махарадзе, Т.Ш.Гочиташвили, Д.Г.Сулаберидзе, Л.А.Алехин. – М.: Недра 1984.

7. Степанов Ю.С., Брюховецкий О.С. Износ трубопроводов при гидротранспортировании взвесенесущих двухфазных потоков. – М.: Московский геологоразведочный институт, препринт ЦНИИцветмет экономики и информации, 1991.

8. Потураев В.Н., Волошин А.И., Пономарев Б.В. Вибрационно-пневматическое транспортирование сыпучих материалов. – Киев: Наук.думка, 1989.

9. Теория и прикладные аспекты гидротранспортирования твердых материалов// И.А. Асауленко, Ю.К. Витошкин, В.М. Карасик и др. – Киев: Наук.думка, 1981.

УДК 622.753:621.928.45

А.С. Кирнарский

МОКРАЯ ВИНТОВАЯ СЕПАРАЦИЯ УГЛЯ

Встановлено можливість одержання на гвинтових сепараторах енергетичного концентрату зольністю 18,09 при виході 69,23 % рядового вугілля крупністю мінус 7,0 мм.

Бібліогр.: 3 найм.

Введение

В 1898 году на одной из американских углеобогачительных фабрик был установлен первый винтовой сепаратор, который изобрел Парди. За 100 лет своего технологического бытия винтовой сепаратор наиболее полно состоялся при обогащении железной руды минеральных песков, оксидов металлов, а в последние годы и для обогащения угольных шламов, что объясняется высокой эффективностью разделения, экологической чистотой, низкими энергозатратами, надежностью, простотой и гибкостью в эксплуатации, незначительными капитальными и эксплуатационными затратами, использованием мокрой винтовой сепарации (МВС).

На углеобогачительных фабриках МВС - процесс может применяться для обогащения угля мелкого и тонкого диапазона крупности (10...0,20 мм), но наиболее предпочтительно его использование при обогащении зернистого шлама (3...0,20 мм), так как в условиях современных фабрик количество этого шлама