

1. Аверьянов С.Ф. Зависимость водопроницаемости почвогрунтов от содержания в них воздуха. Докл. АН СССР 69, № 2, 1949. - С. 141-144.

УДК 622.248.23:621.6.035

Е.В. Семененко

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОТРАНСПОРТА НА ПРОЦЕСС ПРОПИТЫВАНИЯ ПОРИСТЫХ ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ АГЛОМЕРАТОВ

При использовании гидротранспорта для доставки исходного сырья на обогатительное производство на процесс обогащения оказывает влияние взаимодействие транспортируемого материала с несущей жидкостью [1]. В процессе гидротранспортирования происходит проникание несущей жидкости в поровое пространство транспортируемых агломератов. В результате этого изменяется их плотность, гидравлическая крупность и параметр Архимеда. Как показывают расчеты, изменение этих величин может достигать 40 % от начального значения. Для аргиллитов, алевролитов и песчаников, согласно [2], прочность на сжатие при насыщении их водой уменьшается в 1.45 - 3.1 раза, а на растяжение в 1.35 - 2.16 раза. Таким образом, на обогащение поступает материал с отличными от исходных физическими свойствами.

Описание процесса пропитывания состоит в определении зависимости объема жидкости, профильтровавшейся в поры данного агломерата, от времени.

При анализе процесса пропитывания пористый агломерат будем рассматривать как сферу радиусом R_c с равномерно распределенными по объему однородными порами, заполненными газом. Коэффициент фильтрации материала сферы будем считать постоянным и не зависящим от направления дви-

жения флюида. Материал агломерата в рассматриваемом диапазоне давлений будем считать недеформируемым, а несущую жидкость идеальной и несжимаемой.

Будем предполагать, что для рассматриваемого случая доминирующим фактором является статическое давление. Тогда принимаем, что:

- давление равномерно распределено по внешней поверхности агломерата и равно величине статического давления;
- граница раздела газ - жидкость будет сферической поверхностью.

Проникая в поры, флюид будет сжимать газ, находящийся в поровом пространстве частицы. Предположим, что за некоторый промежуток времени жидкость профильтровалась на некоторую глубину. Таким образом, центральная часть агломерата будет заполнена сжимаемым газом, а наружный слой - фильтрующейся жидкостью. Поверхность с координатой R_0 будет представлять границу раздела двух фаз - газа и жидкости. Скорость фильтрации потока жидкости во внешнем слое, согласно [3, 4], описывается законом Дарси :

$$V = \frac{k}{g\rho m} \nabla P, \quad (1)$$

где V - скорости фильтрации жидкости; P - давление жидкости в порах; ρ - плотность жидкости; k , m - коэффициент фильтрации и пористость материала частицы; g - ускорение свободного падения. Распределение давления фильтрационного потока, согласно [3], описывается уравнением Лапласа относительно координат области фильтрации со следующими граничными условиями :

$$P(r = R_c) = P_n \left(1 - \frac{(P_n - P_k)Vt}{P_n L} \right); \quad (2)$$

$$P(r = R_0) = P_s \left(\frac{R_s}{R_0} \right)^{3n} - \frac{2\sigma}{R_r}, \quad (3)$$

где P_n , P_k , V - давление на входе и выходе гидротранпорной магистрали и средняя скорость движения частиц; σ - поверх-

постное натяжение флюида; Rr - радиус поры; Ps - исходное давление газа в порах; Rs - начальный радиус пористого агломерата; n - показатель политропы процесса; L - общая длина магистрали; t - время.

Очевидно, что величина R_0 будет однозначно определять объем профильтровавшейся в поры воды. Используя выражение для градиента давления из решения уравнения Лапласа уравнения (1) и граничных условий (2)-(3), получим уравнение движения границы раздела фаз. В безразмерной форме оно имеет вид:

$$\frac{dx}{d\tau} = - \frac{h(1 - \alpha\tau + \beta)x^{3n} - 1}{(i - x)x^{3n+1}} i, \quad (4)$$

с начальными условиями : $x(\tau = 0) = 1$; $i(\tau = 0) = 1$. Здесь приняты следующие обозначения :

$$x = R_0 / R_s; \quad i = R_c / R_s; \quad h = P_n / P_s;$$

$$\alpha = \frac{g\rho R_s^2 (P_n - P_s)V}{mkP_s P_n L}; \quad \beta = \frac{2\sigma}{R_r P_n}; \quad \tau = \frac{kmP_s t}{g\rho R_s^2};$$

Как видно из выражения (2), в общем случае для решения задачи пропитывания пористых агломератов несущей жидкостью в процессе гидротранспортирования необходимо знание закона изменения R_c в зависимости от времени.

Из анализа уравнения (4) видно, что сжатие газа в порах возможно пока выполняется условие :

$$x > y = 1 / \sqrt[3n]{h(1 - \alpha\tau + \beta)}$$

Это означает, что существует такое положение границы, дальше которого жидкость, при данном давлении в трубопроводе, не проникает.

В зависимости от величины x по длине трубопровода можно выделить три характерные зоны : зона сжатия газа в поровом пространстве; зона, в которой давление не изменяется, и зона увеличения давления порового газа. Протяженность каждой из этих зон различна для различных значений α . По данным расчетов построена табл. 1, в которой приведены размеры каждой из зон в зависимости от величины α , которая

определяется параметрами гидротранспортного комплекса и транспортируемого материала.

Таблица 1

α [-]	Длина первой зоны в м	Длина второй зоны в м	Длина третьей зоны в м
$8 \cdot 10^{-10}$	0.9	1189.46	8809.64
$8 \cdot 10^{-11}$	0.54	1230.9	8768.56
$8 \cdot 10^{-12}$	5.37	3.07	9991.2
$8 \cdot 10^{-13}$	53.77	30.83	9915.4
$8 \cdot 10^{-14}$	544.76	323.4	9131.84
$8 \cdot 10^{-15}$	3549.26	2907.09	3543.65

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джаршенвили А.Г. Системы трубного транспорта горно-обогатительных предприятия. - М.: Недра, 1986. - 250 с.
2. Нурок Г.А. Технология и проектирование гидромеханизации горных работ. - М. : Недра, 1985. - 450 с.
3. Аравин В.И., Нумеров С.Н. Теория движения жидкостей и газов в недеформируемой пористой среде. - М.: Госиздат. тех. - теор. лит., 1953. - 397 с.
4. Лейбензон Л.С. Движение природных жидкостей и газов в пористой среде. - . М.: ОГИЗ гос. изд. тех. - теор. лит., 1947. - 180 с.

УДК 622.002.5:621.822

А.Г. Рысенко

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ НАГРУЖЕНИЯ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ ТЯЖЕЛЫХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН

Создание высокоэффективных ударовиброзащитных систем и возросший уровень требований к ним выдвинул одну из актуаль-