

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕЧЕНИЯ ГИДРОСМЕСИ В ТРУБОПРОВОДЕ С ВЫПУСКАМИ

На ґрунті розробленої математичної моделі течії гідросуміші у трубопроводі з випусками та проведених досліджень виконано аналіз параметрів течії у такому трубопроводі. У статті також представлено алгоритм розрахунку, котрий дозволяє визначити витрати гідросуміші крізь випуски.

THE STUDY OF FLOW PARAMETERS OF THE SLURRY IN THE PIPELINE TO RELEASE

Based on the developed mathematical model of the flow of the slurry in the penile with outlets, and produced studies analyzed the flow parameters in that pipeline. The article also presented algorithm, which allows you to determine the cost of the slurry through the issues.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наиболее приемлемым решением проблемы складирования отходов обогащения на горно-обогатительных комбинатах является применение гидротранспорта [1, 2]. Этот вид транспорта высоконадежен и стабилен в работе, что в сочетании с совместимостью с технологиями обогащения делает его наиболее выгодным в данной отрасли народного хозяйства.

Для гидроотвалов и хранилищ отходов особую опасность представляют крупные деформации откосов дамб, в результате которых могут разрушаться трубопроводы, а также возможен прорыв прудка и разлив разжиженного материала за пределы гидроотвала [1].

Анализ известных аварий на гидроотвалах а также данные о проблемах с устойчивостью на предприятиях Кузбасса и Кривбасса [1, 2] позволяет отметить следующее. Параметры технологии намыва карт, а именно равномерность распределения пульпы и интенсивность намыва во многом определяют устойчивость откосов дамб хранилищ отходов. Однако до сих пор отсутствуют научно обоснованные методы расчета параметров контура намыва, а известные методы предполагают поиск методом «проб и ошибок» и не обеспечивают устойчивость откосов дамб [3].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является разработка методов расчета параметров и режимов работы комплекса складирования отходов обогащения на горно-обогатительных комбинатах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В рамках гидравлики процесс течения пульпы из магистрального трубопровода через отводы в карту хранилища отходов (рис. 1) может быть охарактеризован как процесс истечения из отверстия или насадка [4]. Если диаметр отверстия в трубопроводе, проложенном по дамбе, совпадает с диаметром отвода, то процесс течения в таком отводе аналогичен процессу истечения через насадок Вентури [4].

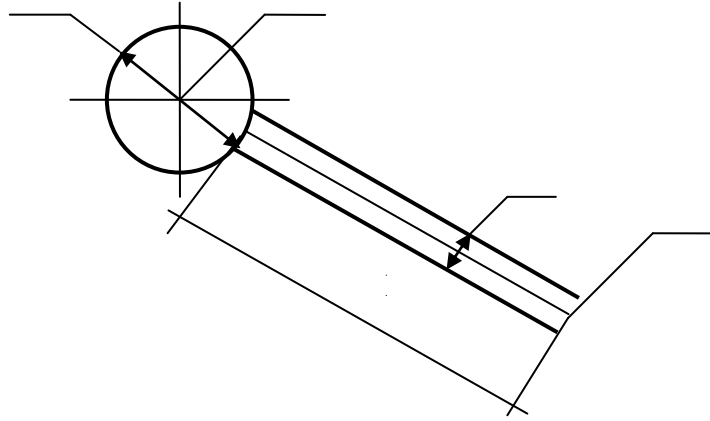


Рис. 1 – Сечение трубопровода в месте врезки выпуска

Таким образом, для рассматриваемого случая расход пульпы через отвод может быть вычислен так [1, 2]:

$$Q_b = \frac{\mu}{\mu_\alpha} F_b \sqrt{2gH}; \quad (1)$$

$$\mu_\alpha = \ell^{0.123\alpha}; \quad \mu = \frac{\mu_0}{1 + \frac{a+el}{Re_T}}; \quad \mu_0 = \frac{B}{1+El}; \quad Re_T = \frac{D_b}{\nu} \sqrt{2gH}; \quad l = \frac{L_b}{D_b}; \quad (2)$$

$$H = \frac{P - P_A}{\rho_0 g} + \rho \Delta Z; \quad \Delta Z = L_b \sin \alpha. \quad (3)$$

Используя результаты работ [5, 6] для расчета давления потока после тройников и уравнение Бернули для участков трубопровода между тройниками, можно записать выражения для расчета давления в начальных сечениях каждого отвода

$$\frac{P_{ib}}{\rho_0 g} = \frac{P_0}{\rho_0 g} - \wp \left[\sum_{j=0}^{i-2} \xi_c^{(j)} Q_j^2 + \xi_b^{(i-1)} Q_{i-1}^2 \right] - \Delta L \sum_{j=1}^{i-1} J_j; \quad i = 2, 3 \dots N-1; \quad (4)$$

$$\wp = \frac{\rho}{2gF_0^2}; \quad \frac{P_{1b}}{\rho_0 g} = \frac{P_0}{\rho_0 g} - \wp \xi_b^{(0)} Q_0^2; \quad Q_i = Q_0 - \sum_{k=1}^i Q_{kb}, \quad i > 0; \quad (5)$$

$$J_j = \frac{0.154\rho}{gF_0^2} \frac{Q_j^2}{\lg^2\left(\frac{4Q_j}{10\pi D\nu}\right)} + \frac{C}{Q_j}. \quad (6)$$

Коэффициенты местного гидравлического сопротивления при отборе потока из раздаточного контура через отводы могут быть найдены при помощи следующих зависимостей [4]:

$$\xi_b^{(0)} = A_b - B_b \frac{Q_{1b}}{Q_0} + E_b \left(\frac{Q_{1b}}{Q_0}\right)^2; \quad \xi_b^{(i)} = A_b - B_b \frac{Q_{(i+1)b}}{Q_i} + E_b \left(\frac{Q_{(i+1)b}}{Q_i}\right)^2. \quad (7)$$

Расчетные зависимости для нахождения коэффициентов местного гидравлического сопротивления при течении потока через тройник с отводом имеют вид аналогичный зависимостям (7), однако значения эмпирических коэффициентов в них будут отличаться [4]. Эти зависимости могут быть записаны так:

$$\xi_c^{(0)} = A_c - B_c \frac{Q_{1b}}{Q_0} + E_c \left(\frac{Q_{1b}}{Q_0}\right)^2; \quad \xi_c^{(i)} = A_c - B_c \frac{Q_{(i+1)b}}{Q_i} + E_c \left(\frac{Q_{(i+1)b}}{Q_i}\right)^2. \quad (8)$$

На основании формул (1) - (3) с учетом выражений (7) – (8) находим характеристические напоры для каждого отвода. Подставив полученное выражение в формулу (1) и проделав несложные преобразования, получим уравнение для расчета расхода пульпы через i -й отвод [5 – 6]:

$$Q_{ib}^2 - \frac{2g \wp B_b Q_{i-1}}{w_b} Q_{ib} - \frac{2g}{w_b} (H_0 - \Omega_i) = 0; \quad (9)$$

$$w_b = 2g \wp E_b + \left(\frac{\mu\alpha}{\mu F_b}\right)^2; \quad \Omega_i = \Delta L \sum_{j=1}^{i-1} J_j + \wp \left(\sum_{j=0}^{i-2} \xi_c^{(j)} Q_j^2 + 2g A_b Q_{i-1}^2 \right); \quad (10)$$

$$H_0 = h - \rho(H_b - H_z) - J_0 L_0; \quad J_0 = \frac{0.154\rho Q_0^2}{\lg^2\left(\frac{4Q_0}{10\pi D\nu}\right) g F_0^2} + \frac{C}{Q_0}. \quad (11)$$

Окончательно, решение уравнения (9) имеет такой вид:

$$Q_{ib} = \mu_i Q_{i-1}; \quad \mu_i = q_i \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2p_i}{q_i}} \right); \quad (12)$$

$$q_i = \frac{B_b}{E_b} \frac{0,5}{1 + \frac{1}{\rho E_b} \left(\frac{\mu_\alpha F_0}{\mu F_{bi}} \right)^2}; p_i = \frac{1}{\rho B_b} \frac{H_0 - \Omega_i}{\frac{Q_{i-1}^2}{2gF_0^2}}, \quad (13)$$

где μ_i – коэффициент путевого расхода.

Новизна разработанной модели течения пульпы в трубопроводах с выпусками при картовом намыве хранилища отходов заключается в том, что впервые учитывает длину и диаметры трубопроводов и отводов контура, режим течения и концентрацию гидросмеси, гранулометрический состав транспортируемого материала, а также гидравлические характеристики отводов. Полученная модель впервые позволила разработать метод расчета параметров элементов контура, обеспечивающих равномерное распределение пульпы по фронту намыва, и за счет этого повысить устойчивость откосов дамб хранилища, а также снизить энергоемкость и водопотребление процесса складирования.

По предлагаемой методике для условий проектируемой на ЮГОКе второй карты хранилища отходов «Объединенное» были произведены расчеты параметров гидротранспорта. Все расчеты для указанных выше вариантов производились для плотности отводимой пульпы $1,04 \text{ т/м}^3$, что соответствует массовой концентрации 6% (см. рис. 2 и 5).

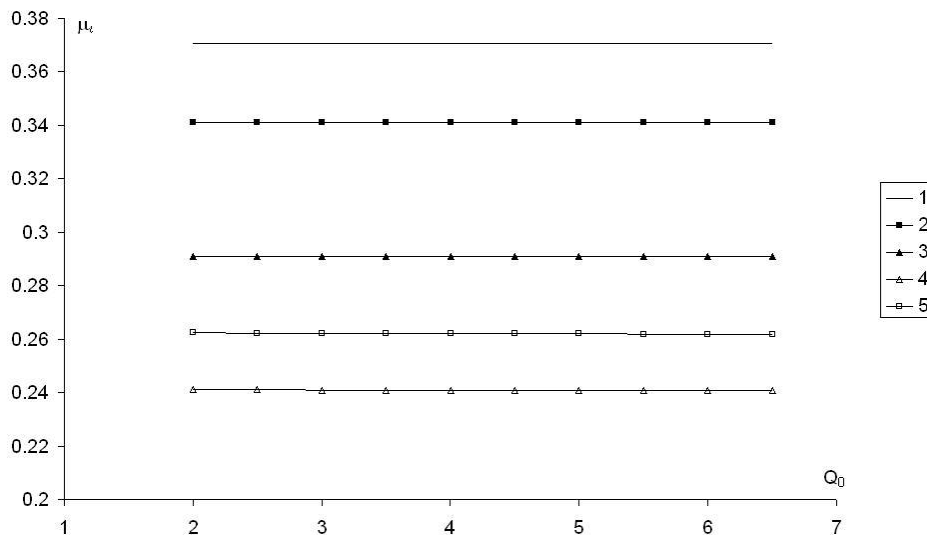


Рис. 2 – Зависимость коэффициента путевого расхода от расхода подаваемого на участок намыва для различных выпусков.

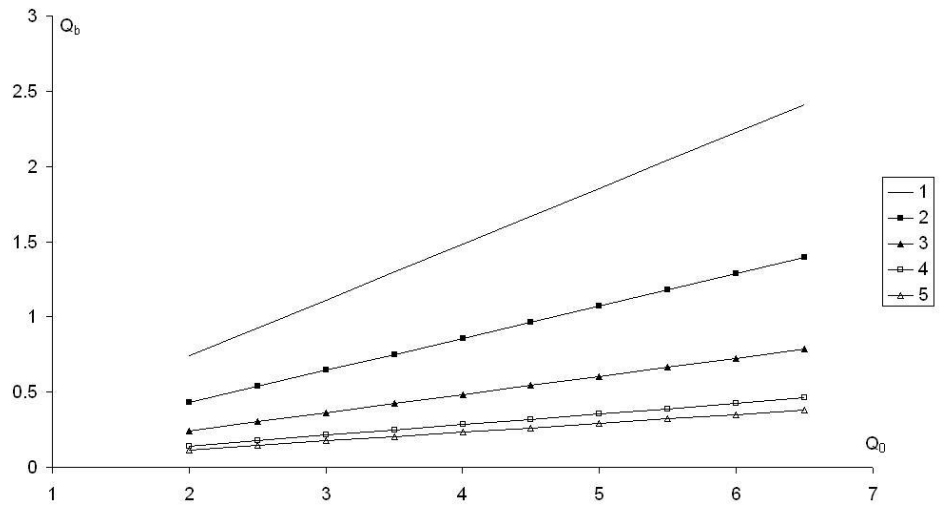


Рис. 3 – Зависимость величин расхода поступающего в различные выпуски от расхода подаваемого на участок намыва ($\text{м}^3/\text{с}$).

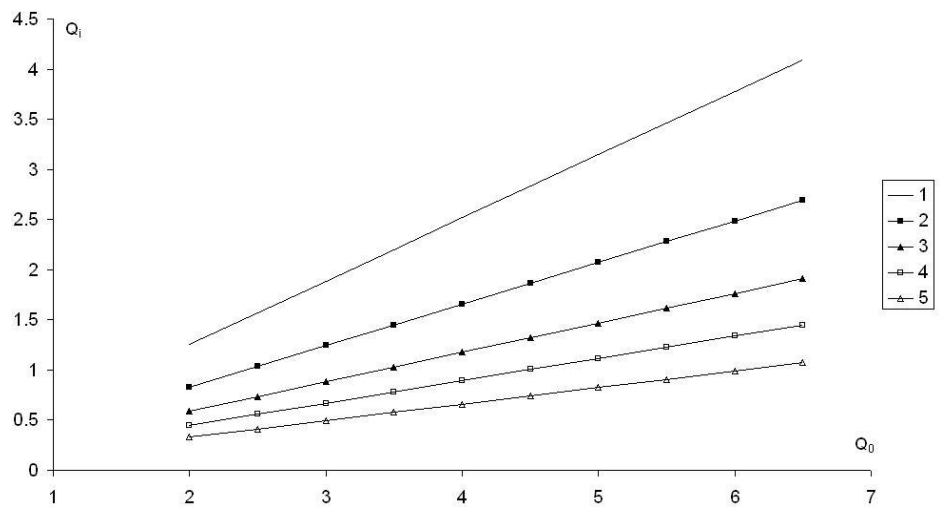


Рис. 4 – Зависимость величин расхода между выпусками от расхода подаваемого на участок намыва ($\text{м}^3/\text{с}$).

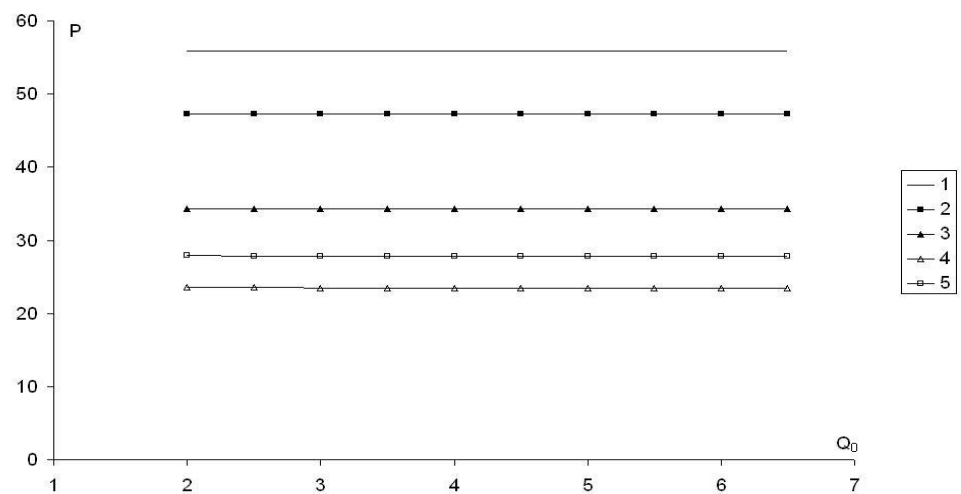


Рис. 5 – Зависимость величин давления (м.в.ст.) в месте приварки выпуска в трубопроводе от расхода подаваемого на участок намыва ($\text{м}^3/\text{с}$).

ВЫВОДЫ

1. Разработана модель течения гидросмеси в трубопроводе с выпусками, впервые учитывающая такие особенности систем складирования отходов при периферийном заполнении карт, как большие расстояния между выпусками из магистрального трубопровода и позволяющая рассчитать расход пульпы в выпусках и в трубопроводах контура.

2. Доказано, что величина, показывающая, какая часть расхода пульпы текущей в трубопроводе, вытекает через выпуск, так называемый коэффициент путевого расхода выпуска, состоит из двух слагаемых, первое из которых определяется характеристиками выпуска и трубопровода, а второе – параметрами течения в трубопроводе перед выпуском. Это позволило определить расход через любой трубопровод и выпуск как долю расхода пульпы, подающейся в трубопровод, в виде функции от коэффициентов путевого расхода предыдущих выпусков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев Г.П., Махарадзе Л.И., Гочиташвили Т.Ш. Напорные гидротранспортные системы. – М.: Недра, 1991. – 304 с.
2. Нурок Г.А. Процессы и технологии гидромеханизации открытых горных работ. – М.: Недра, 1985 – 583 с.
3. РСН 275–75. Временные указания по технологии возведения намывных хвостохранилищ горнообогатительных комбинатов. – Киев: Госстрой УССР, 1975. – 180 с.
4. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. – М.: Недра, 1982. – 224 с.
5. Блюсс Б.А. Расчет параметров и режимов работы системы отведения и складирования отходов обогащения / Б.А. Блюсс, Е.В. Семененко, В.Б. Бобров // Научно технический сборник “Обогащение полезных ископаемых”. – № 27-28. – 2006. – С. – 71 - 74.
6. Семененко Е.В. Определение критических параметров течения гидросмеси в трубопроводе с выпусками / Е.В. Семененко, В.Б. Бобров // Всеукраинский научно-технический журнал «Промышленная гидравлика и пневматика». – 2008. – №2(20). – С.52 – 56