

техніці та технологіях : Всеукр. наук.-техн. журнал. – Вінниця, 2007. – №(48) – С. 61–64.

6. Пат. 379611 US, МПК<sup>7</sup> В 07 В 1/34. Vibratory sifting machine with strikers [Электронный ресурс] / R. Krause; фирма Rhewum. – №118413; заявл. 24.02.71; опубл. 12.03.74. – Режим доступа: <http://www.google.com/patents>. – Загл. с экрана.

7. Пат. 6220447 US, МПК<sup>7</sup> В 07 В 1/54. Variable frequency screening apparatus [Электронный ресурс] / G.F. Lambert, C.R. Maryville. – №251789; заявл. 17.02.99; опубл. 24.04.01. – Режим доступа: <http://www.google.com/patents>. – Загл. с экрана.

8. Надутый В.П. Математическое моделирование виброударного движения сита грохота / В.П. Надутый, Е.С. Лапшин, И.П. Хмеленко // Вібрації в техніці та технологіях: Всеукр. наук.-техн. журнал. – Вінниця, 2009. – №1(53). – С. 36–39.

Виконано аналіз досліджень зі збездонювання гірничої маси на вібраційних грохотах. Описано конструкцію експериментальної моделі віброгрохота і методику проведення експериментів. Досліджено залежність процесу проходження рідини крізь чарунки сита від частоти

й амплітуди ударного впливу на різних просіваючих поверхнях. Виконано порівняння просіваючих поверхонь за різницею залишків води. Встановлено зв'язок між залишками води і розмахом коливань ударника.

**Ключові слова:** видалення вологи, імпульсний вплив, частота, амплітуда, просіваючі поверхні

The paper analyses research on dehydration of mountain mass at vibrating screens. The design of experimental model of screen and technique of realization of experiments is described. Dependence of process of passage of liquid through cells of a sieve from frequency and amplitude on shock influence on various sifting surfaces is investigated. Comparison of various sifting surfaces by difference of water residue is executed. Connection between the water residue and scope of fluctuation of the hammer is established.

**Keywords:** moisture removal, sampling action, frequency, amplitude, sifting surfaces

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук Б.О. Блюссом. Дата надходження рукопису 04.03.11

УДК 622.648.23:621.65:622.271.623

Е.В. Семененко, д-р техн. наук, ст. науч. сотрудник,  
В.Г. Скосырев, канд. техн. наук, доц.

1 – Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: [evs\\_igtm@mail.ru](mailto:evs_igtm@mail.ru)

2 – Приазовский Государственный технический университет, г. Мариуполь, Украина

## ПОТОЛОК ВЗВЕШИВАНИЯ ЧАСТИЦ ТИТАН-ЦИРКОНОВЫХ РОССЫПЕЙ ПРИ ТЕЧЕНИИ ПУЛЬПЫ ПО КОНУСУ

Ye.V. Semenenko<sup>1</sup>, Dr. Sc. (Tech.),  
Senior Research Fellow,  
V.G. Skosyrev<sup>2</sup>, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor

1 – Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics of National Academy of Science of Ukraine, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: [evs\\_igtm@mail.ru](mailto:evs_igtm@mail.ru)

2 – Pryazovskyi State Technical University, Mariupol, Ukraine

## MAXIMAL SUSPENSION HEIGHT OF PARTICLES FROM TITANIC-ZIRCONIUM PLACERS WHEN PULP FLOWING ALONG THE CONE

На основе рассмотрения физической картины течения и анализа сил, действующих в потоке на сепарируемую частицу, разработаны модель и алгоритм расчета потолка взвешивания частиц твердой фазы пульпы при течении по внутренней поверхности конуса. С использованием приведенных формул можно рассчитывать параметры потока пульпы вдоль образующей конуса и определять положение точки начала сепарации, а также рассчитывать параметры нагрузки, обеспечивающие возникновение точки начала сепарации в заданном сечении потока пульпы при ее течении по внутренней поверхности конуса.

**Ключевые слова:** пульпа, обратное водоснабжение, технологии добычи и обогащения

Гидравлические методы обогащения, основанные на разделении твердых частиц при течении пульпы по твердой поверхности, которые реализуются, например, в струйных и конусных сепараторах, являются самыми давними и в то же время самыми востребованными при обогащении титан-цирконовых

россыпей [1–3]. Несмотря на большой успех других методов обогащения, внедрение принципиально новых аппаратов и разработку реагентов нового поколения, интерес к гидравлическим методам при переработке россыпей этого типа не ослабевает, что вызвано их простотой, экологической безопасностью, низкой стоимостью. Однако, все еще остаются не устраненными недостатки этих методов, по сравне-

нию с методами нового поколения, такие как низкая эффективность, обусловленная слабой устойчивостью гидравлических процессов, их зависимостью от режима течения, а также от колебаний свойств россыпи и технологической нагрузки [1–3].

Одной из причин этого является несовершенство используемых методов расчета, которые предполагают, что процесс сепарации твердых частиц начинается сразу после поступления пульпы на поверхность сепаратора. Это приводит к ошибке при выборе параметров питания сепараторов, что отчасти может быть устранено при наладке в производственных условиях. До недавнего времени такой подход являлся приемлемым. Однако, после широкого внедрения средств автоматизации в технологиях обогащения, принятия тенденции к реализации „безлюдного производства“ и возросшей производительности обогатительных фабрик такой подход связан с высокими энергозатратами и водопотреблением. С учетом этого, дальнейшая модернизация гидравлических методов обогащения требует устранения этой проблемы и разработки методов расчета с учетом положения точки начала сепарации, с целью снижения энерго- и водопотребления.

Поскольку разделение однородного потока пульпы на двухслойное течение жидкостей разной плотности происходит в вертикальной плоскости, поперек потока, логично предположить, что определяющим фактором в этом процессе является способность потока взвешивать частицы различного типа на ту или иную высоту. В ряде работ такая способность характеризуется потолком взвешивания частиц [3–5]. Очевидно, что расслоение однородного потока пульпы на два слоя начнется в том сечении потока, в котором потолок взвешивания частиц рассматриваемого класса станет ниже некоторого значения. После этого сечения частицы начнут формировать нижний высококонцентрированный слой, поскольку поток не способен поднять их выше.

Известны методы расчета потолка взвешивания для рек, когда наносы представлены однородными частицами [4], и напорных течений в трубопроводах, когда частицы твердой фазы являются полидисперсными и разноплотностными [3]. Для потоков по внутренней поверхности конуса методы расчета потолка взвешивания рассматриваются впервые.

**Цель статьи** состоит в разработке моделей и алгоритмов расчетов потолка взвешивания частиц твердой фазы пульпы при течении по внутренней поверхности конуса на основе рассмотрения физической картины течения и анализа сил, действующих на сепарируемую частицу в потоке.

Рассмотрим уравнение движения одиночной частицы в безнапорном потоке жидкости, текущем по конусному сепаратору. Выберем следующую систему координат. Ось  $Ox$  направим вдоль потока и будем называть это направление осевым, ось  $Oy$  направим перпендикулярно ему и будем называть это направление поперечным. Подобная задача рассматривалась рядом автором [6–8], при этом, как правило, учитывались следующие силы, действующие на частицу: сила Бассэ, Магнуса, Сафмена, Архимеда,

силы инерционной природы, связанные с наличием присоединенных масс, а также сила аэродинамического сопротивления и сила тяжести. Сила Бассэ учитывает различия между ускорениями жидкости и частиц [8], сила Магнуса возникает за счет вращения частицы [6], сила Сафмена возникает за счет неравномерного обтекания частицы [7]. Суммируя все эти силы для поперечного движения частицы получаем, следующие уравнения [6–9]

$$\begin{aligned} & \frac{\pi}{6} d^3 (\rho_p + 0.5\rho_f) \frac{dv_p}{dt} + 3\pi\mu dv_p + \\ & + \frac{3}{2} d^2 \sqrt{\pi\rho_f\mu} \int_0^t \frac{dv_p}{dt} \frac{dx}{\sqrt{t-x}} = \frac{\pi}{4} d^3 \rho_f \frac{dv_f}{dt} + ; (1) \\ & + 3\pi\mu dv_f + \frac{3}{2} d^2 \sqrt{\pi\rho_f\mu} \int_0^t \frac{dv_f}{dt} \frac{dx}{\sqrt{t-x}} + F_{\Sigma} \\ F_{\Sigma} = & C_m d^3 \rho_f (u_f - u_p) \Omega - \frac{\pi}{4} d^3 g (\rho_p \sin \beta - \rho_f) + \\ & + 1.61 d^2 \rho_f (u_f - u_p) \sqrt{v \frac{du_f}{dy}} \end{aligned}$$

где  $d$  – диаметр частицы, м;  $\rho_p$  – плотность твердых частиц, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_f$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $v_p$  – поперечная скорость частицы, м/с;  $t$  – время, с;  $\pi$  – константа, равная 3,14;  $\mu$  – динамическая вязкость жидкости, кг/с/м;  $v_f$  – поперечная скорость жидкости, м/с;  $F_{\Sigma}$  – суммарная сила, не зависящая от параметров поперечного движения;  $C_m$  – коэффициент силы Магнуса [6 – 8];  $u_f$  – осевая скорость жидкости, м/с;  $u_p$  – осевая скорость частицы, м/с;  $\Omega$  – установившаяся угловая скорость вращения частицы, с<sup>-1</sup>;  $v$  – коэффициент кинематической вязкости жидкости, м<sup>2</sup>/с;  $y$  – текущая координата от поверхности сепаратора, м.

Из анализа уравнения (1) видно, что параметры осевого движения частицы оказывают влияние на ее поперечное движение. Величина силы Сафмена зависит как от разности скоростей осевого движения жидкости и частицы, так называемого скольжения скорости, так и от градиента осевой скорости жидкости в поперечном направлении. Величина и направление силы Магнуса также зависят от соотношения между осевыми компонентами скоростей жидкости и частицы, однако, в этом случае влияние осевого движения зависит еще и от скорости вращения частицы.

Предположим, что пульсация жидкости действует все время, от момента  $t = -\infty$  до заданного  $t$ , и что поперечная пульсация жидкости описывается зависимостью вида [4, 7, 8]

$$v_f = V_o \sin \omega t ; V_o = \left( \chi_o + \sqrt{\frac{0,22S}{\beta - 1}} \right) f(\bar{y}) \frac{n'gq}{h^{0.5+m}} ;$$

$$\omega = \frac{n'}{0.05} \frac{gq}{h^{1.5+m}}; \tilde{\rho} = \frac{\rho_p}{\rho_f}; \bar{y} = \frac{y}{h_0},$$

где  $V_o$  – максимальное значение пульсации поперечной скорости, м/с;  $\omega$  – лагранжева частота турбулентных пульсаций,  $c^{-1}$  [30, 52];  $f(\bar{y})$  – безразмерная функция, описывающая распределение осредненных пульсаций по высоте потока [3, 5];  $\chi_o$  – коэффициент пропорциональности для чистой воды, изменяется в диапазоне от 1.05 до 2.1 [2–4];  $S$  – объемная концентрация пульпы, д. ед.;  $\bar{y}$  – безразмерное текущее расстояние от дна потока.

С учетом принятых предположений, интегралы, присутствующие в уравнении движения (1), согласно [8] могут быть вычислены как интегралы Френеля, и тогда (1) сводится к интегро-дифференциальному уравнению. Легко показать, что для соответствующего однородного уравнения существует тривиальное и периодическое решения [3]

$$v_p = 0, \quad v_p = a \sin \omega t + b \cos \omega t. \quad (2)$$

Нетрудно видеть [8, 9], что в данном случае решение однородного уравнения может быть равным нулю. Таким образом, если возмущения действуют бесконечно долго, то мы не можем поставить начальные условия и общее решение однородного уравнения (1) равно нулю. Следовательно, для неоднородного уравнения (1) имеется только частное решение. Будем искать это решение в следующем виде, аналогичном (2). Предполагая степенной закон распределения скорости по сечению безнапорного потока гидросмеси, пропорциональность скольжения скорости частиц, то есть разница между осевыми скоростями жидкости и частицы, их гидравлической крупности, т.е. скорости ее осаждения в неограниченной жидкости, а также некоторой функции от концентрации пульпы [3, 5]. При этом установившуюся угловую скорость вращения частицы в рассматриваемых потоках, с учетом формулы Кривенко [6], рассчитываем на основании уравнения вращательного движения [6, 7]. После всех преобразований искомое частное решение неоднородного уравнения (1) можно представить в виде

$$v_p = V_o \sigma' \sin(\omega t - \varphi_o) + \frac{3}{2} w_s \Phi; w_s = \frac{gd^2}{v} \frac{Ar'}{18}; \quad (3)$$

$$\Phi = \frac{M\gamma \sqrt[3]{Bl^4}}{y^{\frac{2(n-1)}{3n}}} + \frac{N\gamma Bl}{y^{\frac{n-1}{2n}}} - 1; \quad (4)$$

$$\sigma' = \sqrt{\frac{10\theta^2 + 9 + \sqrt{2\theta(9+3\theta)}}{(a^2+9)\theta^2 + 9 + \sqrt{2\theta(9+3a\theta)}}}; y_o = \frac{h}{h_o};$$

$$\theta = 5 \operatorname{Re} \delta^2 \frac{n' g h_o^{0.5-m}}{y_o^{1.5+m}}; \delta = \frac{d}{h_o}; \operatorname{Re} = \frac{q}{v}; a = \frac{2\tilde{\rho}-1}{3};$$

$$\varphi_o = \operatorname{arctg} \left[ \frac{3(a-1)\theta(\sqrt{2} + \sqrt{\theta})}{\sqrt{2}a\theta^2 + 9\sqrt{2}(1+\theta) + 6\sqrt{\theta}(3+a\theta)} \right];$$

$$M = 0,498 \frac{(1+n)^2}{\sqrt[3]{n} y_o^{\frac{2(3n-1)}{3n}}}; N = 0,171 \frac{\sqrt{1+n}}{n y_o^{\frac{3n-1}{2n}}};$$

$$Bl = \delta \sqrt{\operatorname{Re}}; \gamma = \frac{\tilde{\rho}-1}{Ar'}; Ar' = \tilde{\rho} \sin \beta - 1,$$

где  $\sigma'$  – снижение величины поперечной пульсации твердых частиц, по сравнению с пульсацией жидкости;  $\varphi_o$  – фазовый угол отставания твердых частиц, радиан;  $w_s$  – эффективная гидравлическая крупность твердых частиц, м/с;  $\Phi$  – взвешивающая способность потока;  $\theta$  – параметр Струхала;  $\operatorname{Re}$  – параметр Рейнольдса;  $\delta$  – относительный диаметр частиц твердой фазы;  $y_o$  – относительная толщина слоя пульпы;  $Ar'$  – эффективный параметр Архимеда;  $n$  – показатель степени в законе распределения скорости по сечению потока [7, 10].

Анализ зависимости (3) показывает, что поперечная скорость частицы складывается из двух слагаемых, одно из которых не изменяется с течением времени, а второе описывает колебания по периодическому закону около стационарного значения. Таким образом, возрастание или убывание средней величины  $v_p$  определяется знаком и величиной  $\Phi$ , которая фактически является равнодействующей сил, действующих на частицу со стороны жидкости.

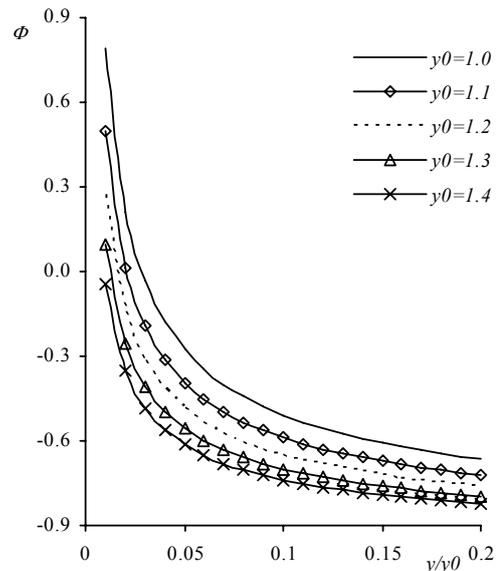


Рис. 1. Зависимость величины  $\Phi$  от величин  $\bar{y}$  при различных значениях относительной толщины слоя пульпы  $y_o$  ( $Bl = 0,2$ ;  $n = 7$ )

Поскольку величина  $\Phi$  характеризует взвешивающую способность потока на конусном сепараторе, то в областях, где из потока будут сепарироваться рассматриваемые частицы, эта величина будет меньше нуля. Расчеты по формуле (4) проводились для условий, когда  $h_o$  изменяется от 6 до 18 мм,  $V_x^o$  – от 0,5 до 1,5 м/с,  $\rho_p = 1500 \text{ кг/м}^3$ , а  $d = 0,15 \text{ мм}$ . Результаты этих расчетов показывают, что в зависимости от гидравлической крупности частиц и

значения  $B_l$  величины  $\Phi$  существуют области значений  $\bar{y}$ , где  $\Phi$  будет как больше, так и меньше нуля (рис. 1–8). В областях значений  $\bar{y}$ , где  $\Phi$  больше, рассматриваемые твердые частицы перемещаются во взвешенном состоянии, а в областях, где  $\Phi$  меньше нуля – оседают на внутренней поверхности конуса.

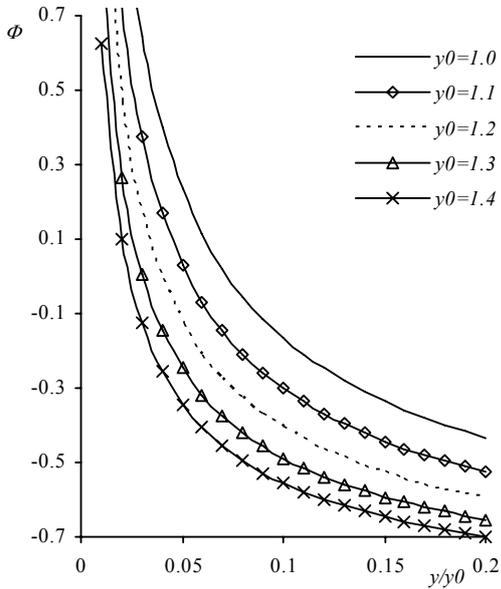


Рис. 2. Зависимость величины  $\Phi$  от величин  $\bar{y}$  при различных значениях относительной толщины слоя пульпы  $\bar{y}_0$  ( $B_l=0,3$ ;  $n=7$ )

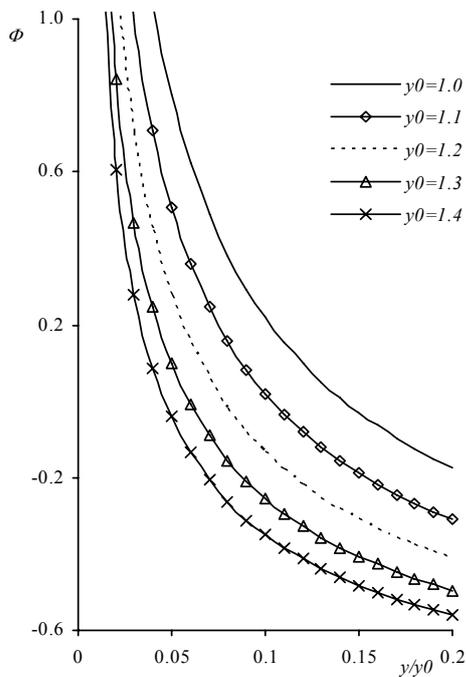


Рис. 3. Зависимость величины  $\Phi$  от величин  $\bar{y}$  при различных значениях относительной толщины слоя пульпы  $\bar{y}_0$  ( $B_l=0,4$ ;  $n=7$ )

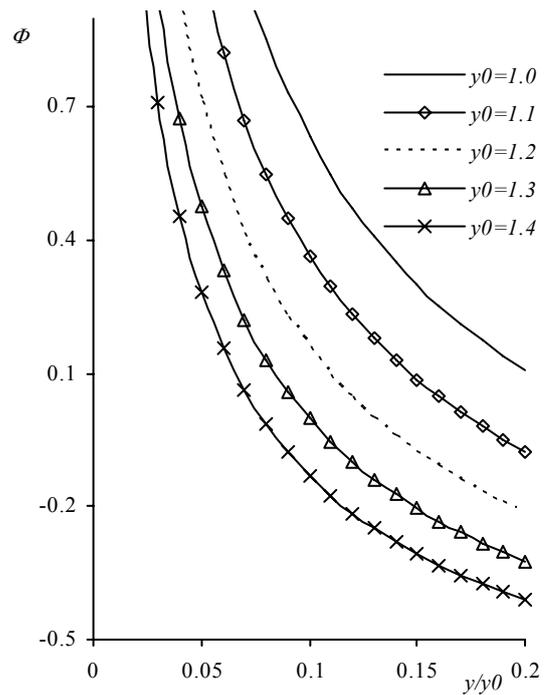


Рис. 4. Зависимость величины  $\Phi$  от величин  $\bar{y}$  при различных значениях относительной толщины слоя пульпы  $\bar{y}_0$  ( $B_l=0,5$ ;  $n=7$ )

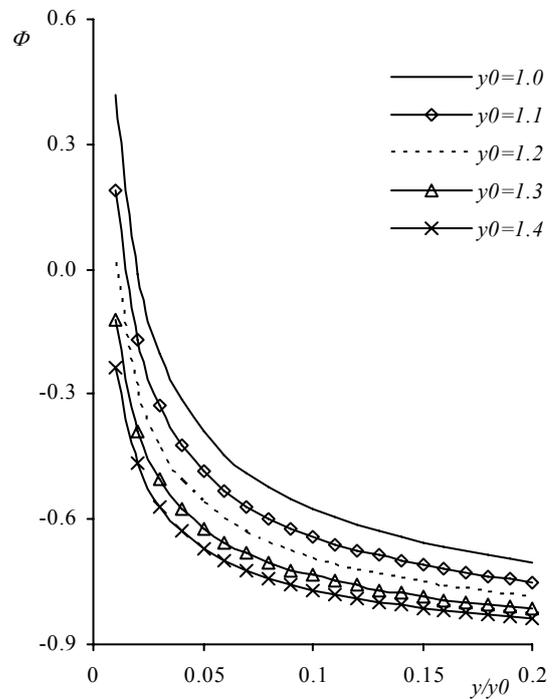


Рис. 5. Зависимость величины  $\Phi$  от величин  $\bar{y}$  при различных значениях относительной толщины слоя пульпы  $\bar{y}_0$  ( $B_l=0,2$ ;  $n=5$ )

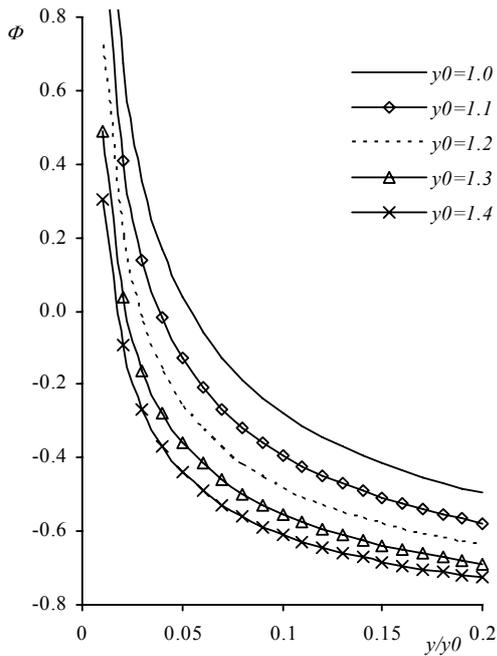


Рис. 6. Зависимость величины  $\Phi$  от величин  $\bar{y}$  при различных значениях относительной толщины слоя пульпы  $\bar{y}_0$  ( $Bl = 0,3; n = 5$ )

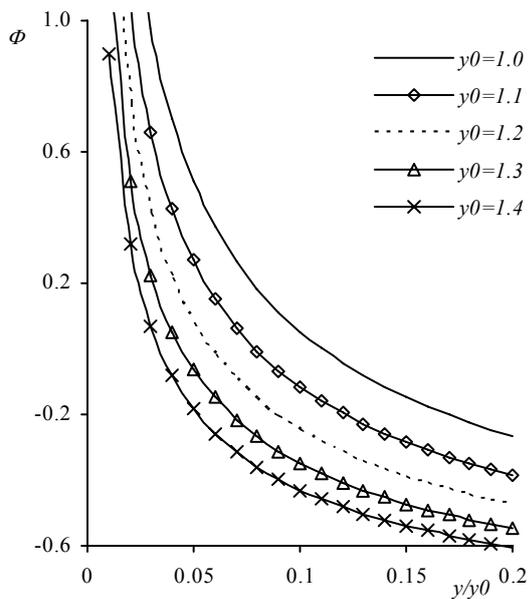


Рис. 7. Зависимость величины  $\Phi$  от величин  $\bar{y}$  при различных значениях относительной толщины слоя пульпы  $\bar{y}_0$  ( $Bl = 0,4; n = 5$ )

Таким образом, на основании приведенных формул можно рассчитать параметры потока пульпы вдоль образующей конуса и определить положение точки начала сепарации при переработке титан-цирконовых россыпей, а также рассчитать параметры нагрузки, которые будут обеспечивать возникновение точки начала сепарации в заданном сечении потока пульпы при ее течении по внутренней поверхности конуса.

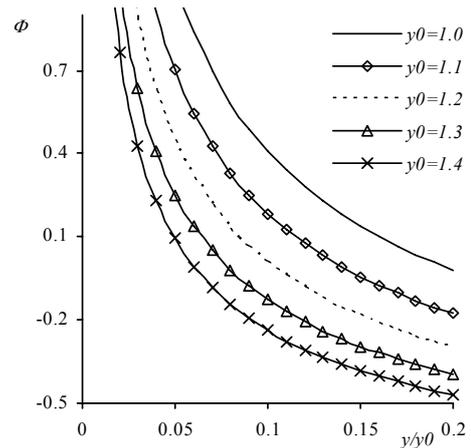


Рис. 8. Зависимость величины  $\Phi$  от величин  $\bar{y}$  при различных значениях относительной толщины слоя пульпы  $\bar{y}_0$  ( $Bl = 0,5; n = 5$ )

**Список литературы**

1. Блюсс Б.А. Совершенствование технологий предобогащения ильменитовых руд / Б.А. Блюсс, Н.А. Головач. – Днепропетровск: Полиграфист, 1999. – 126 с.
2. Блюсс Б.А. Проблемы гравитационного обогащения титан-цирконовых песков / Б.А. Блюсс, А.М. Сокил, О.Г. Гоман. – Днепропетровск: Полиграфист, 1999. – 190 с.
3. Обоснование параметров и режимов работы систем гидротранспорта горных предприятий / Ю.Д. Баранов, Б.А. Блюсс, Е.В. Семенов, В.Д. Шурыгин. – Днепропетровск: „Новая идеология“, 2006. – 416 с.
4. Гиргидов А.Д. Техническая теория турбулентной диффузии и ее приложения в области гидротехники: автореф. дис. на соискан. учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.14.09 “Гидравлика и инженерная гидрология” / Гиргидов А.Д. – Л., 1976. – 26 с.
5. Криль С.И. Напорные взвесенесущие потоки / Криль С.И. – К: Наукова думка, 1990. – 170 с.
6. Шрайбер А.А. Гидромеханика двухкомпонентных потоков с твердым полидисперсным веществом / А.А. Шрайбер, В.Н. Милютин, В.П. Яценко. – К.: Наук. думка, 1980. – 252 с.
7. Медников Е.П. Турбулентный перенос и осаждение аэрозолей / Медников Е.П. – М.: Недра, 1981. – 175 с.
8. Хинце И.О. Турбулентность, ее механизм и теория / Хинце И.О. – М.: Физматгиз, 1963. – 680 с.
9. Ландау Л.Д. Теоретическая физика: Учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – В 10 т. – Т. VI. Гидромеханика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 736 с.
10. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления / А.Д. Альтшуль. – М.: Недра, 1970. – 216 с.

На основі розгляду фізичної картини течії та аналізу сил, що діють у потоці на частинку, яка сепарується, розроблено математичну модель та алгоритм розрахунку граничної висоти зависання частинок твердої фази пульпи при течії по внутрішній поверхні конуса. З використанням наведених формул можна розраховувати параметри потоку пульпи вздовж твірної конуса й визначати положення точки початку се-

парації, а також розраховувати параметри навантаження, які забезпечують виникнення точки початку сепарації в заданому перетині потоку пульпи при її течії по внутрішній поверхні конуса.

**Ключові слова:** *пульпа, оборотне водопостачання, технології видобутку та збагачення*

In terms of study of flow physical pattern and analysis of forces acting on the separated particle in the moving stream the model and algorithm of calculation of maximal suspension height of pulp solid phase particles when flowing along the cone internal face are elaborated. When using

given formulas it is possible to calculate parameters of pulp flow along cone generator and to determine the location of the point of separation beginning as well as to calculate load parameters that provide appearance of point of separation beginning in given cut set of pulp flow along the cone internal face.

**Keywords:** *pulp, recycling water supply, technologies of mining and concentration*

*Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.П. Надутим. Дата надходження рукопису 14.03.11*

УДК 622.031.322.635

**С.П. Минеев**<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф.,  
**О.В. Витушко**<sup>2</sup>, канд. техн. наук,  
**А.А. Рубинский**<sup>3</sup>, канд. техн. наук,  
**А.Г. Радченко**<sup>3</sup>

1 – Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: sergmineev@gmail.com

2 – Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины, г. Днепропетровск, Украина

3 – Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности труда в промышленности, г. Макеевка, Украина

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТОЧНЕНИЮ ПРОГНОЗА ВЫБРОСООПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ В ЗОНАХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

**S.P. Mineyev**<sup>1</sup>, Dr. Sc. (Tech.), Professor,  
**O.V. Vitushko**<sup>2</sup>, Cand. Sc. (Tech.),  
**A.A. Rubinskiy**<sup>3</sup>, Cand. Sc. (Tech.),  
**A.G. Radchenko**<sup>3</sup>

1 – State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: sergmineev@gmail.com

2 – Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics of National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipropetrovsk, Ukraine

3 – Makeyevskiy Research and Development Institute of Industrial Human Safety, Makeyevka, Ukraine

## RECOMMENDATIONS ON FORECAST SPECIFICATION OF OUTBURST HAZARD AT MINING WORKS IN ZONES NEAR GEOLOGICAL FAULTS

Рассмотрен опыт ведения горных работ в зонах геологических нарушений на выбросоопасных угольных пластах. Предложены рекомендации по уточнению некоторых параметров прогноза выбросоопасности. В частности, предложен способ прогноза выбросоопасности для пластов со сложной структурой, технологическая схема бурения контрольных шпуров и замеров газовыделения из шпура.

**Ключевые слова:** *геологическое нарушение, угольный пласт, выбросоопасность, противовыбросные мероприятия, прогноз, газодинамическое явление*

Опыт отработки выбросоопасных угольных пластов показал, что зоны геологических нарушений являются участками с повышенной газодинамической опасностью. В указанных зонах наиболее часто происходят обрушения и высыпания угля, выдавливания и выдвигания пласта, внезапные разломы почвы или кровли, внезапные прорывы метана, суфляры, резкие осадки кровли, внезапные выбросы угля и газа, а также происходят новые, ранее не описанные явления. К геологическим нарушениям относятся изменения строения, структуры, мощности, элементов залегания, физико-механических и других свойств угольного пласта и вмещающих пород. Геологиче-

ские нарушения могут быть активными и пассивными по опасности газодинамических явлений. Геологические нарушения, при пересечении которых горными выработками происходили выбросы угля и газа или опасность их установлена путем определения величины зоны разгрузки или по другим показателям, считаются активными. А к пассивным относятся геологические нарушения, при пересечении которых горными выработками не происходили выбросы угля и газа, а опасность их не установлена путем определения величины зоны разгрузки или по другим показателям [1–2].

Для определения степени влияния зон геологических нарушений на выбросоопасность угольных пластов был выполнен анализ 1247 выбросов угля и газа