

УДК 622.7.069.002.5:[621.796:622.002.68].001.24

Семененко Е.В., д-р техн. наук, ст. науч. сотр.,
Лапшин Е.С., д-р техн. наук, ст. науч. сотр.,
Медведева О.А., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.
(ИГТМ НАН Украины)

ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ НА ПОТОКИ РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

Семененко Є.В., д-р техн. наук, ст. наук. співр.,
Лапшин Є.С., д-р техн. наук, ст. наук. співр.,
Медведева О.А., канд. техн. наук, ст. наук. співр.
(ІГТМ НАН України)

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗПОДІЛУ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ НА ПОТОКИ РІЗНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ

Semenenko Ye.V., D. Sc. (Tech.), Senior Researcher,
Lapshin Ye.S., D. Sc. (Tech.), Senior Researcher,
Medvedeva O.O., Ph.D. (Tech.), Senior Researcher.
(IGTM NAS of Ukraine)

PARAMETERS JUSTIFICATION AND CALCULATION FOR SEPARATOR DIVIDING WASHERY REFUSES INTO STREAMS WITH DIFFERENT CONCENTRATION

Аннотация. Выполнен анализ перспективы применения технологий сгущения и складирования отходов обогащения в виде гидросмесей с объемной концентрацией 40 %. Показано, что мировой опыт применения этих технологий не учитывает особенности систем складирования отходов обогащения на отечественных горно-обогатительных комбинатах. В результате чего внедрение рассматриваемой технологии без соответствующей ее адаптации требует значительных капитальных затрат. С учетом отечественных особенностей предложены перспективные схемы складирования отходов обогащения в существующие хранилища, предполагающие сгущение гидросмеси на различных этапах и применение сепаратора с разделителем в магистральном трубопроводе для выделения частиц техногенной россыпи. Впервые разработан метод выбора и обоснования параметров устройства с делителем потока на две части для сепарации техногенной россыпи из гидросмеси при ее напорном течении по трубопроводу.

Ключевые слова: гидротранспорт, центробежный насос, гидросмесь, высокая концентрация.

Устойчивое развитие Криворожского железорудного бассейна обеспечивается непрерывной и рентабельной работой отечественных горно-обогатительных комбинатов (ГОК), нарушением которой в ближайшие годы угрожает два наиболее существенных фактора – высокие затраты на систему

складирования отходов обогащения и отсутствие свободных объемов для аккумуляции и осветления этих отходов. Горнодобывающие компании Южной Америки, Канады и Финляндии, оказавшись в похожей ситуации в конце прошлого века, нашли выход из нее путем внедрения технологий сгущения отходов обогащения до концентрации пасты и складирования их в таком виде [1, 2]. Эти технологии пастового сгущения позволяют сгустить отходы обогащения до максимальной концентрации – 40 % по объему. В результате отходы обогащения складировались в виде неньютоновской вязкопластической массы, потери напора для которой на два-три порядка превышают потери напора для гидросмесей низкой концентрации, и на порядок потери напора для гидросмесей средней концентрации. Это предполагает изменение в технологиях складирования и гидротранспортирования. Отметим, что технологии пастового сгущения разрабатывались для более эффективных, чем отечественные, технологий обогащения полезных ископаемых. Кроме того, в большинстве случаев они реализованы на новых ГОКах, где расстояние между обогатительным производством и хранилищем минимально, а само хранилище имеет один ярус в высоту. Это предопределяет применение поршневых насосов и труб малого диаметра. В таких условиях нет необходимости: переделывать систему гидротранспортирования отходов обогащения; обеспечивать подъем гидросмеси на несколько ярусов намыва; заботиться о повторной переработке складированных отходов.

Таким образом, условия применения технологии пастового сгущения существенно отличаются от условий на отечественных ГОКах, где (рис. 1): расстояние между обогатительным производством и хранилищем может достигать 10 км; разница между геодезической отметкой обогатительного производства и геодезической отметкой верхней дамбы обвалования может превышать 30 м; эксплуатируется система гидротранспорта с насосами центробежного типа и трубами большого диаметра; актуальна возможность повторной переработки складированных отходов обогащения.

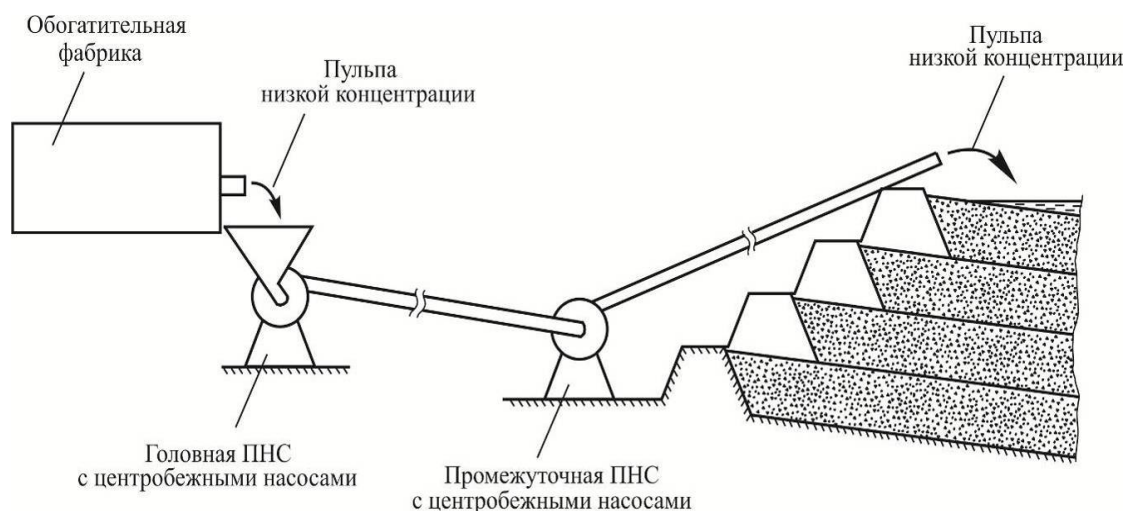


Рисунок 1 – Типичный вид системы складирования отходов обогащения без использования технологий сгущения

Учитывая особенности отечественных ГОКов, можно заключить, что разрабатываемые для них технологии пастового сгущения должны обеспечивать (рис. 2) [1, 3]: сгущение отходов обогащения после сепарации частиц техногенной россыпи; сгущение гидросмеси непосредственно в месте складирования.

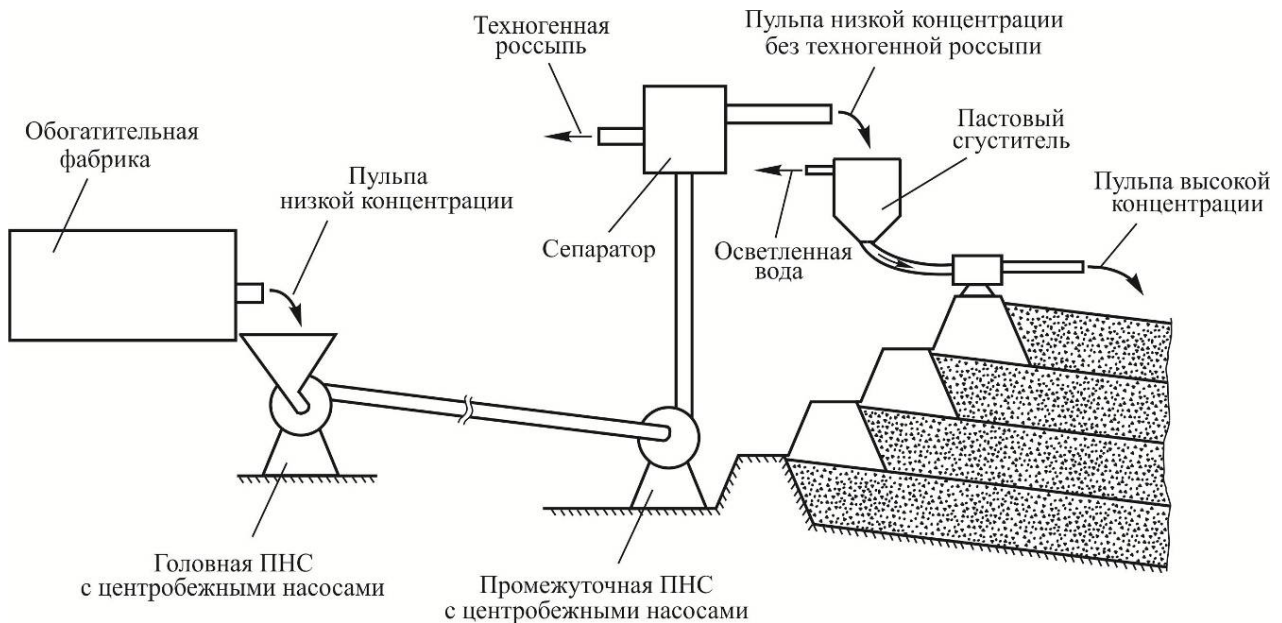


Рисунок 2 – Вид системы складирования отходов обогащения при использовании технологий пастового сгущения с учетом особенностей отечественных ГОКов

Учитывая положительный опыт специалистов ИГМ НАН Украины [Карасик В.М., 1976] по сгущению отходов обогащения отечественных ГОКов (рис. 3), схема складирования отходов обогащения (рис. 2) может быть усовершенствована путем использования двух стадий сгущения. Первой стадии, выполняемой по рекомендациям ИГМ НАН Украины, возле обогатительного производства, и второй стадии, выполняемой по технологиям пастового сгущения, на борту хранилища отходов (рис. 4). Выполнение этих требований позволяет: использовать существующие насосные станции, насосы и трубопроводы для отведения отходов обогащения из обогатительного производства с более низкими, чем при течении гидросмеси высокой концентрации потерями напора; использовать естественное расслоение твердых частиц при напорном течении по трубопроводу для сепарации техногенной россыпи (рис. 5); складировать в виде пасты на пляжи частицы глинистых, меловых и пылеватых фракций; формировать техногенное месторождение путем отдельного складирования сепарированных из нижней части трубопровода частиц с минимальным содержанием частиц глинистых, меловых и пылеватых фракций; продлить срок эксплуатации существующих хранилищ отходов за счет складирования пасты в емкость бывшего прудка-отстойника.

Это позволит управлять концентрацией гидросмеси на каждом участке технологического процесса, добиваясь за счет этого снижения энергоемкости гидротранспортирования, максимальной эффективности оборотного водоснабжения и рационального складирования отходов обогащения.

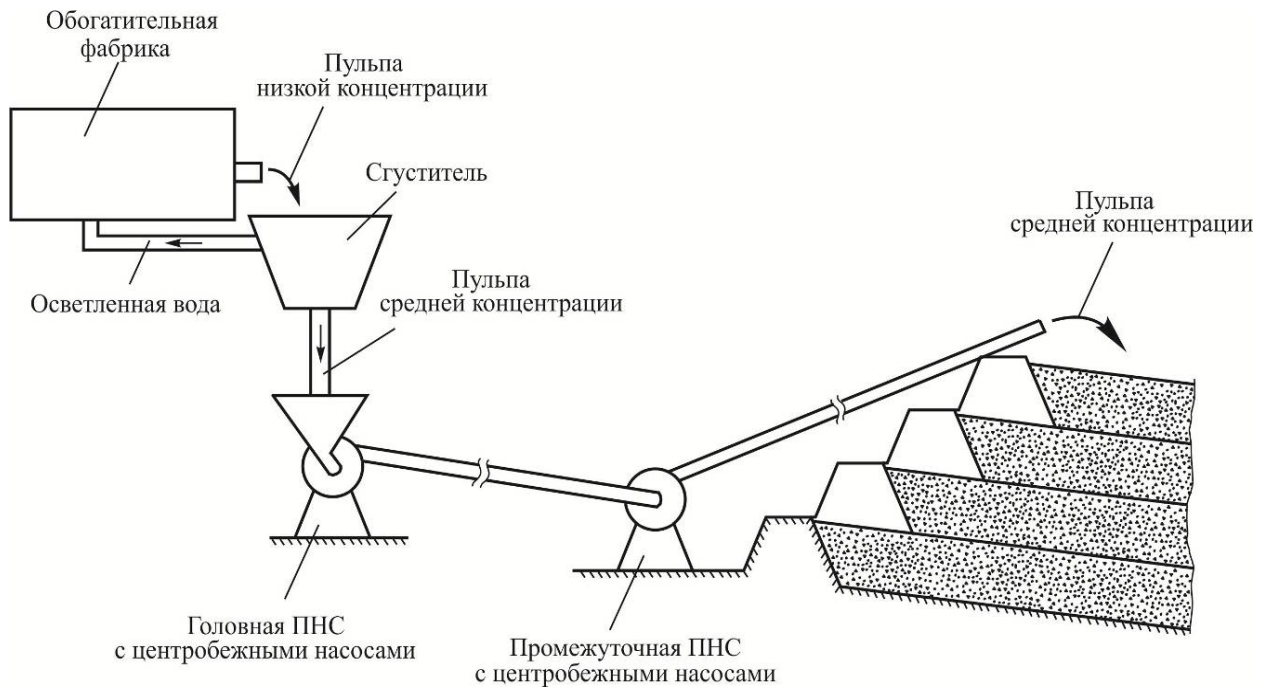


Рисунок 3 – Вид системы складирования отходов обогащения при использовании технологий сгущения ИГМ НАН Украины

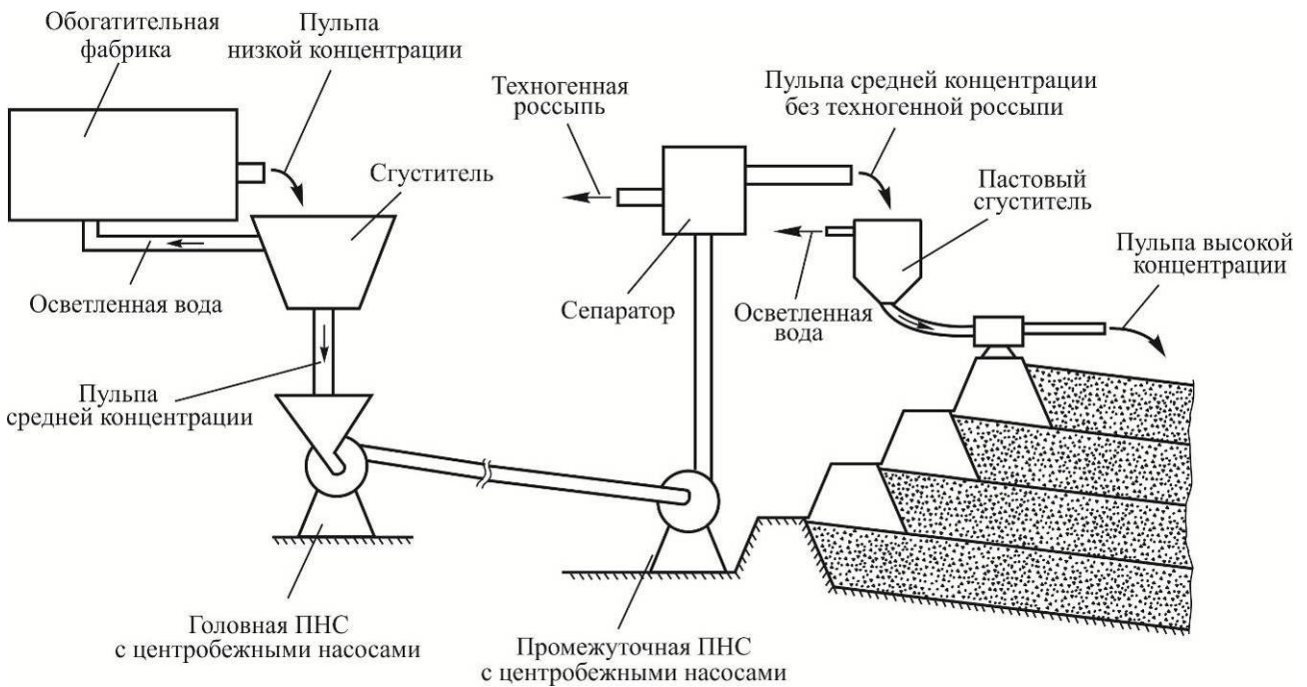


Рисунок 4 – Вид системы складирования отходов обогащения при использовании технологий обычного и пастового сгущения с учетом особенностей отечественных ГОКов

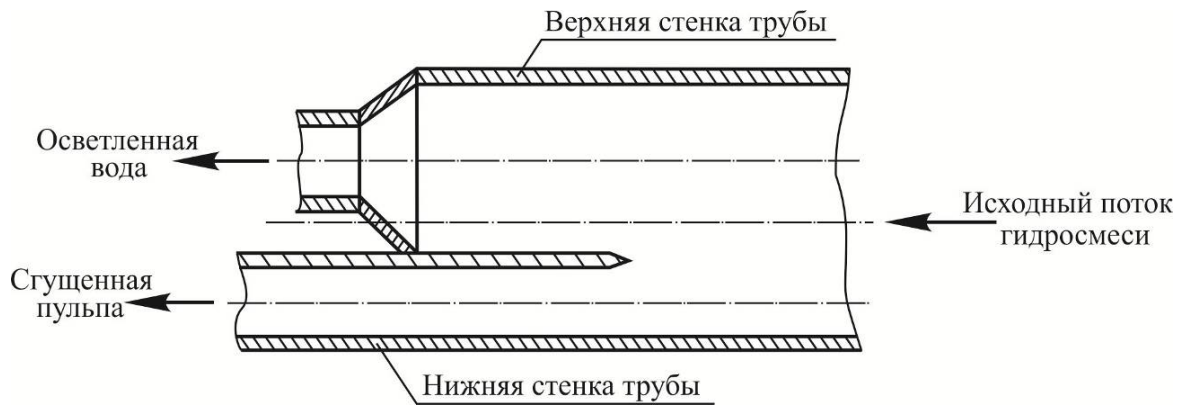


Рисунок 5 – Принцип сепарации потока гидросмеси в трубопроводе

В данном случае дополнительный эффект заключается в том, что минимум энергоемкости гидротранспортирования лежит в области средних концентраций гидросмеси, а не в области малых концентраций [2], [Карасик В.М., 1976]. Поэтому сгущая гидросмесь после обогащительного производства, достигается не только высвобождение оборотной воды, но и обеспечивается оптимальная концентрация гидросмеси. Для успешного внедрения этой перспективной технологии складирования отходов обогащения необходимы научно обоснованные методы обоснования и расчета параметров разделительного устройства, обеспечивающего разделение складываемой гидросмеси на потоки заданной концентрации с сепарацией частиц техногенной россыпи из отходов обогащения.

Целью статьи является разработка метода выбора и обоснования параметров устройства с делителем потока на две части (рис. 5) для сепарации техногенной россыпи из гидросмеси при ее напорном течении по трубопроводу.

В рассматриваемом устройстве (рис. 5) для сепарации потоков используется тот факт, что твердые частицы в процессе напорного гидротранспортирования по горизонтальному трубопроводу уже стратифицированы по высоте поперечного сечения (рис. 6). Таким образом, если выпуск из распределительного трубопровода врезан выше хорды АВ, то через него будет вытекать гидросмесь с частицами крупностью до 0,1 мм, то есть содержащая частицы глинистых, меловых и пылеватых фракций, которые необходимо складировать под слой воды в прудке отстойнике. Если выпуск из распределительного трубопровода врезан ниже хорды АВ, то через него будет вытекать гидросмесь с частицами крупностью более 0,1 мм, то есть содержащая частицы техногенной россыпи и близкие к ним по гидравлической крупности частицы, которые необходимо складировать на пляже намыва.

В этом случае, для сепарации частиц техногенной россыпи достаточно обосновать высоту установки разделительной пластины, которая отсечет верхнюю часть потока с частицами глинистых, меловых и пылеватых фракций от нижней части потока с частицами техногенной россыпи. После сепарации

донная часть потока сосредоточенно складывается и добывается для повторной переработки, а верхняя часть потока направляется в прудок-отстойник.

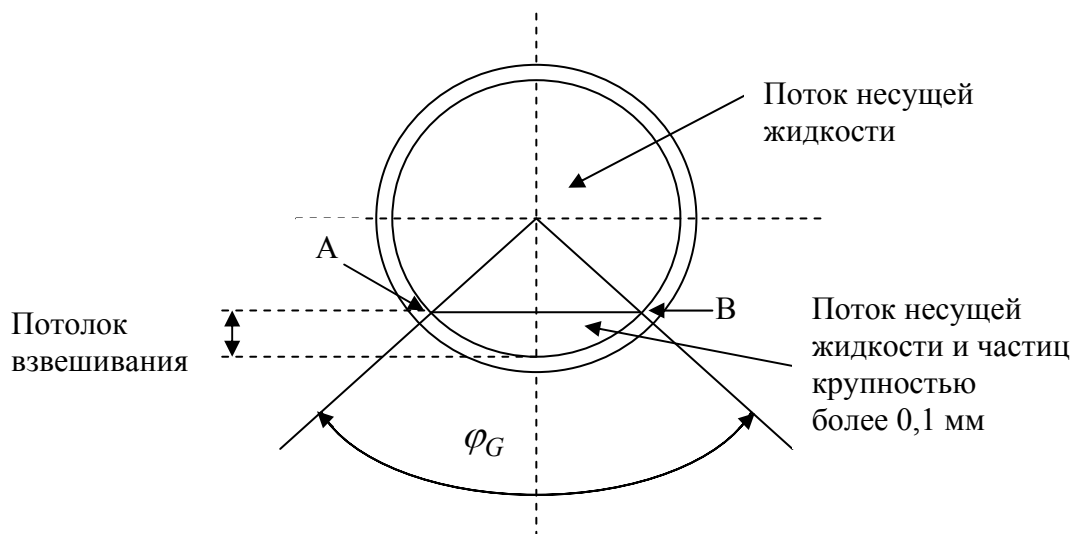


Рисунок 6 – Схема потока гидросмеси в круглом трубопроводе при наличии в транспортируемом материале частиц крупностью от 0,1 до 3 мм

Существование потолка взвешивания частиц, указывает на то, что среднее за период турбулентной пульсации значение суммарной силы, действующей на частицу в вертикальном направлении, в зависимости от вертикальной координаты может быть как больше, так и меньше нуля. Для получения формул, определяющих потолок взвешивания частиц, был рассмотрен случай движения одиночной частицы в напорном потоке жидкости [5,7], [Медников Е.П., 1981], который в последующем был обобщен для потока пульпы, содержащей полидисперсную твердую фазу [6 – 10]. Расчеты выполнялись при следующих условиях: $\rho_1 = 2300 \text{ кг/м}^3$; $d_2 = 2,5 \text{ мм}$; $d_1 = 0,5 \text{ мм}$; $D = 0,6 \text{ м}$; $1 \leq C \leq 41\%$; $0,5 \leq u_{cp} \leq 10,5 \text{ м}$. Установлено, что для расчетов с инженерной точностью зависимость потолка взвешивания частиц от числа Рейнольдса, плотности и концентрации транспортируемого материала можно аппроксимировать следующей функцией:

$$G = N \frac{\text{Re}^{0,912}}{\rho^M}, \quad (1)$$

$$G = \frac{y_G}{D}, \quad N = 201144 - 931813C, \quad M = 0,5915 + 1,481C - 80,32C^2,$$

где G – относительный потолок взвешивания; ρ – плотность пульпы; y_G – потолок взвешивания, то есть высота, отсчитанная от дна потока, на которую поток способен взвешивать твердые частицы с диаметром более 0,1 мм; D – диаметр распределительного трубопровода.

Учитывая, что величины расходов направляемых на сгущение и на складирование определяются площадями поперечного сечения выше и ниже

отсекателя, то с использованием закона сохранения массы частиц техногенной россыпи, частиц глинистых, меловых и пылеватых фракций при переходе из магистрального трубопровода в трубопровод для складирования нетрудно показать, что с погрешностью не более 6 %, расходы гидросмеси после сепарации, концентрация гидросмеси, содержащей техногенную россыпь, концентрация частиц техногенной россыпи в магистральном трубопроводе будут определяться согласно формуле

$$Q_F = 0,5657h^{1,5}Q, \quad Q_U = (1 - 0,5657h^{1,5}) \cdot Q, \quad h = 2G, \quad (2)$$

$$S_F = pS, \quad S_U = (1 - p)S, \quad S' = \frac{1,768}{h^{1,5}} pS, \quad \tilde{S} = \frac{1 - p}{1 - 0,5657h^{1,5}} S, \quad (3)$$

где Q_F – расход гидросмеси с частицами техногенной россыпи; Q_U – расход гидросмеси с частицами глинистых, меловых и пылеватых фракций; \tilde{S} – концентрация частиц глинистых, меловых и пылеватых фракций в трубопроводе для складирования; S_U – концентрация частиц техногенной россыпи в магистральном трубопроводе; S' – концентрация частиц техногенной россыпи в трубопроводе для складирования; S_F – концентрация частиц техногенной россыпи в магистральном трубопроводе; p – массовая доля частиц техногенной россыпи в отходах обогащения; S – концентрация отходов обогащения в магистральном трубопроводе.

Степень сгущения гидросмеси, содержащей техногенную россыпь, и не содержащей техногенную россыпь, будет определяться отношением величин концентраций после и до сепарации (рис. 7, 8):

$$\sigma^* = \frac{S'}{S}, \quad \sigma = \frac{\tilde{S}}{S}, \quad \sigma' = 1,768 \frac{p}{h^{1,5}}, \quad \sigma = \frac{1 - p}{1 - 0,5657h^{1,5}}, \quad (4)$$

где σ^* – степень сгущения гидросмеси, содержащей техногенную россыпь; σ – степень сгущения гидросмеси, не содержащей техногенную россыпь; \tilde{S} – концентрация частиц глинистых, меловых и пылеватых фракций в трубопроводе для складирования.

Степень сгущения гидросмеси, не содержащей техногенную россыпь, будет определяться отношением величин концентраций после и до сепарации (рис. 7). Из рис. 7 и рис. 8 видно, что устройство (рис. 5) позволяет сгустить гидросмесь, содержащей техногенную россыпь, практически не изменяя концентрацию частиц глинистых, меловых и пылеватых фракций (рис. 9, 10):

$$\sigma = 1,043(1 - p).$$

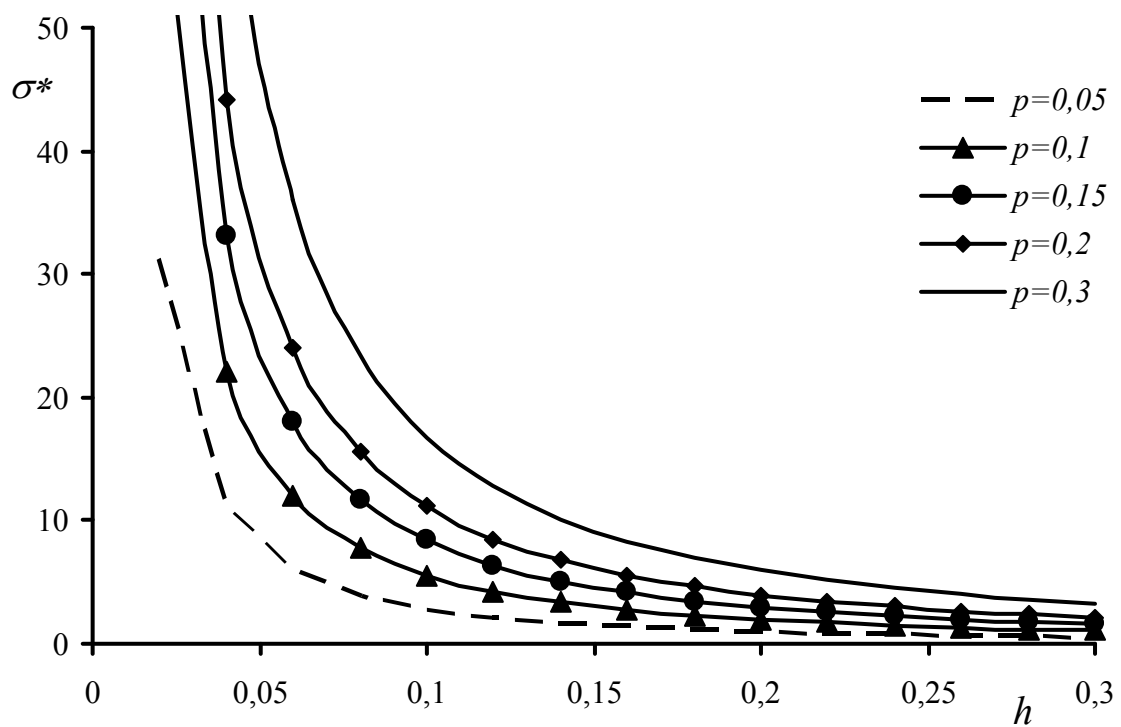


Рисунок 7 – Зависимость степени сгущения техногенной россыпи σ^* от величины h при различной массовой доле частиц техногенной россыпи в отходах обогащения

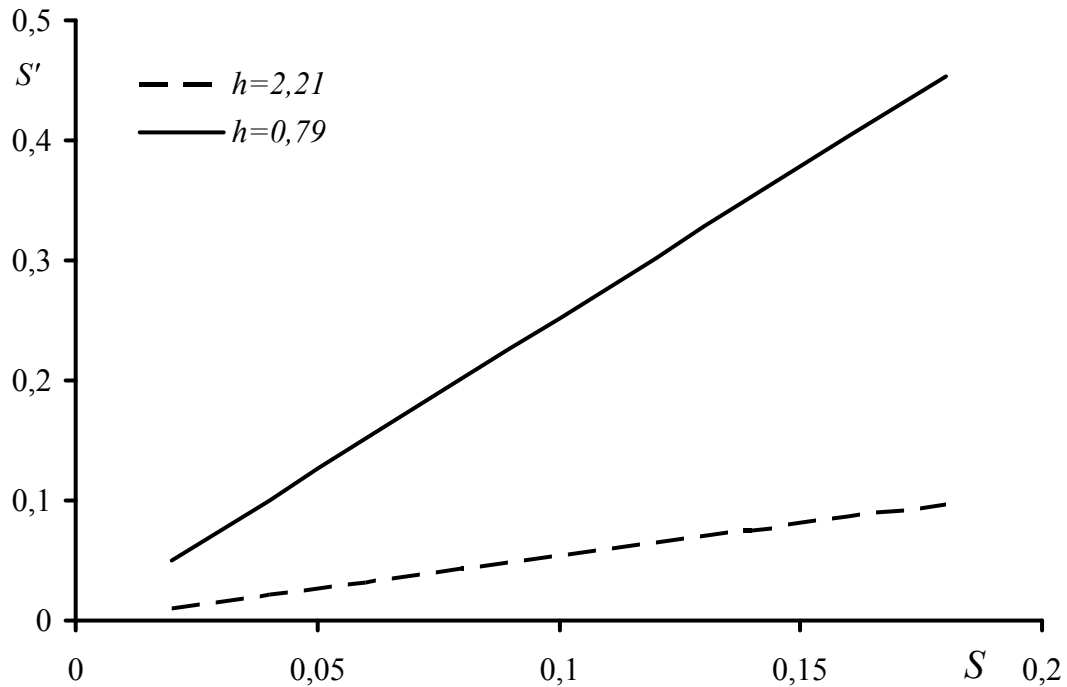


Рисунок 8 – Зависимость величины S' от S при различном значении h

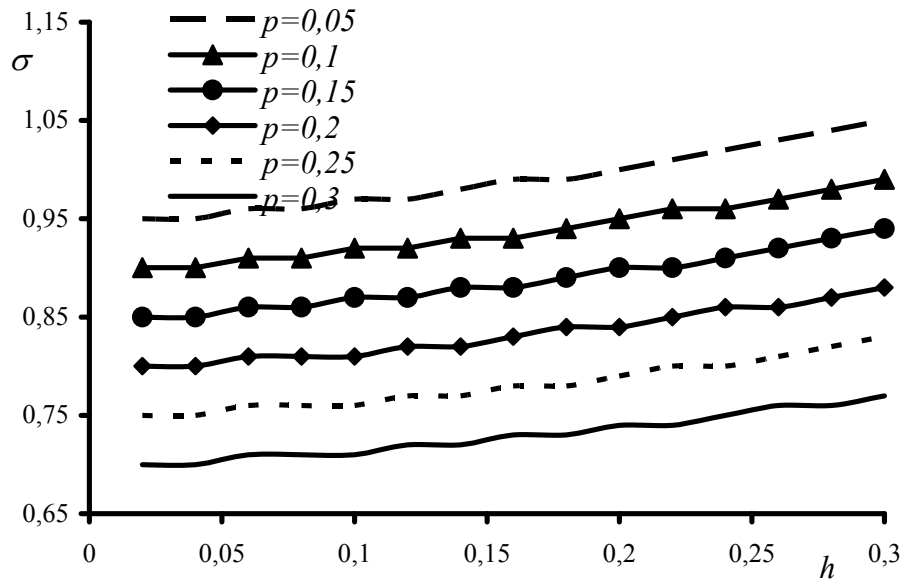


Рисунок 9 – Зависимость степени сгущения σ от величины h при различной массовой доле частиц техногенной россыпи в отходах обогащения

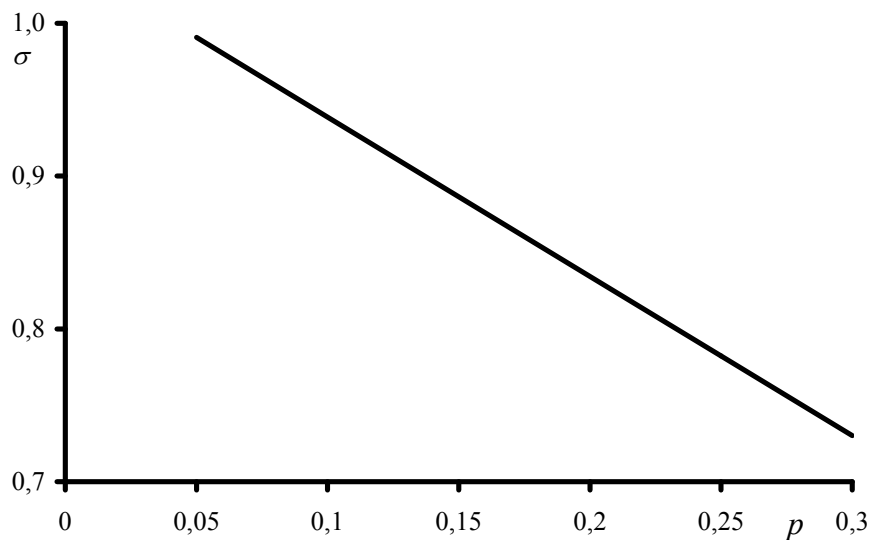


Рисунок 10 – Зависимость среднего значения σ от массовой доли частиц техногенной россыпи в отходах обогащения

Формулы (2) – (4) позволяют определить концентрацию частиц техногенной россыпи в трубопроводе для складирования, которая может быть средней или высокой концентрации (рис. 7). При этом рассматриваемая концентрация техногенной россыпи не будет высокой, если выполняется следующее ограничение:

$$h \geq h_*, \quad h_* = 1,465 \left(\frac{pS}{S_*} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (5)$$

где h_* – критическое значение относительной высоты установки отсекаателя, ниже которой гидросмесь в отводящем техногенную россыпь трубопроводе будет высокой концентрации; S_* – концентрация, начиная с которой гидросмеси относят к высококонцентрированным [1 – 3], [Карасик В.М., 1976].

Формулы (1) – (5) позволяют оценить объемы гидросмеси, направляемой на сгущение и на отдельное складирование, что делает возможным приступить к выбору и обоснованию параметров устройства для сепарации. В этом случае диаметр магистрального трубопровода относится к начальным данным, и в результате расчета определяют величины диаметров верхнего и нижнего выпусков, предназначенных для отвода гидросмеси из сепаратора с отсекаателем. На основании совместного рассмотрения уравнения неразрывности, уравнений Бернулли для обоих выпусков, а также соотношений (1) – (10), для расчета диаметров верхнего и нижнего выпусков, предназначенных для отвода гидросмеси из сепаратора с отсекаателем, можно использовать следующие формулы:

$$d' = 5^{-m} \sqrt[5]{(1 + (1-p)\tilde{A}S) \frac{i_0}{i_a}} (1-q)^{\frac{2-m}{5-m}} d, \quad d'' = \left(\frac{1}{2} + z\right)^{\frac{2}{5-m}} \left(\frac{1,058 i_b \sqrt{i_0}}{C_2 \omega p A' S \psi}\right)^{\frac{2}{5-m}} q^{\frac{2-m}{5-m}} d,$$

$$i_0 = 2^{3-2m} \frac{M v_w^m}{g d^{5-m}} Q^{2-m}, \quad i_a = \frac{H - \Delta Z - \Delta Z_U}{k_Z L_U} - \frac{L}{L_U} i, \quad i_b = \frac{H - \Delta Z + \Delta Z_F}{k_Z L_F} - \frac{L}{L_F} i,$$

$$i = i_0 (1 + (1-p)A_1 S) + C_2 p A_2 S \frac{\psi}{\sqrt{i_0}}, \quad A_1 = \frac{1 - (1-p)S}{1 + (1-p)A_1 S} A_{r1}, \quad \psi = \frac{w}{\sqrt{2gd_{cp}}},$$

$$\tilde{A} = \frac{1 - 1,043(1-p)S}{1 + 1,043(1-p)A_{r1}S} \frac{A_{r1}}{0,959}, \quad A_{r1} = \frac{\rho_1 - \rho_w}{\rho_w}, \quad A_{r2} = \frac{\rho_2 - \rho_w}{\rho_w}, \quad q = 0,5657 h^{1,5},$$

$$A_2 = \frac{1 - (1-p) \frac{A_{r1} S}{A_{r2}}}{1 + (1-p)A_{r1}S} A_{r2}, \quad A' = \frac{1 - 1,043(1-p) \frac{A_{r1} S}{A_{r2}}}{1 + 1,043(1-p)A_{r1}S} A_{r2}, \quad \omega = \frac{1,768}{h^{1,5}},$$

$$z = \begin{cases} \sqrt[3]{\frac{1}{2} - \frac{1}{g^3} + \frac{\sqrt{1-g^3}}{g^3}} + \sqrt[3]{\frac{1}{2} - \frac{1}{g^3} - \frac{\sqrt{1-g^3}}{g^3}}, & g \leq 1 \\ \left| \cos\left(\frac{1}{3} \arccos\left(1 - \frac{2}{g^3}\right) + \frac{\pi}{3}\right) \right|, & g > 1 \end{cases}, \quad g = \frac{0,529 i_b}{\sqrt[3]{(C_2 \omega p A' S \psi)^2 (1 + (1-p)\tilde{A}S)}},$$

где d' – диаметр верхнего выпуска; d'' – диаметр нижнего выпуска; k_Z – коэффициент местных гидравлических сопротивлений; L_U – длина верхнего отвода; ΔZ_U – геодезический подъем верхнего отвода; L_F – длина нижнего отвода; ΔZ_F – геодезический подъем нижнего отвода; H – напор, развиваемый насосами в магистральном трубопроводе; i – гидравлический уклон в магистральном трубопроводе; L – длина магистрального трубопровода; ΔZ – геодезический подъем магистрального трубопровода; i_0 – гидравлический уклон воды в магистральном трубопроводе; C_2 – эмпирическая константа [3, 4]; ψ – коэффициент транспортабельности частиц техногенной россыпи [3, 4]; w – гидравлическая крупность частиц техногенной россыпи; d_{cp} – средневзвешенный диаметр частиц техногенной россыпи; Ar_1 – параметр Архимеда частиц глинистых, пылеватых и меловых фракций; Ar_2 – параметр Архимеда частиц техногенной россыпи; ρ_1 – средняя плотность частиц глинистых, пылеватых и меловых фракций; ρ_w – плотность воды; ρ_2 – средняя плотность частиц техногенной россыпи.

Величины диаметров, определяемые по приведенным формулам, указывают на значения позволяющие обеспечить требуемые расходы, определяемые по выражению (2) и (3), в случае выполнения ограничения (5), но не обеспечивают течение гидросмеси заданной концентрации в сверхкритических режимах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киричко, С.Н. Обоснование параметров процессов гидромеханизации горных работ при использовании гидросмесей высокой концентрации: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.09 / С.Н. Киричко. – Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины, 2016. – 175 с.
2. Александров, В.И. Методы снижения энергозатрат при гидравлическом транспортировании смесей высокой концентрации / В.И. Александров. – С-Пб: СПбГИ (ТУ), 2000. – 117 с.
3. Семененко, Е.В. Развитие научных основ гидромеханизации для открытой разработки россыпных месторождений: дис. ... д-ра техн. наук: 05.15.09: / Е.В. Семененко. – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2009. – 504 с.
4. Волошин, А.И. Механика пневмотранспортирования сыпучих материалов / А.И. Волошин, Б.В. Пономарев. – К.: Наук. думка, 2001. – 519 с.
5. Experimental evaluation of the Magnus force coefficient of a rotating spherical particle / N. Lukerchenko, A. Kharlamov, Yu. Kvurt, Z. Chara, P. Vlasak // Engineering Mechanics, 9 – 12 May, 2005, Svratka (Czech Republic). – Book of Ext. Abstracts. – Pp. 205 – 206.
6. Семененко, Е.В. Оценка взвешивающей способности и критических параметров напорных взвесенесущих потоков / Е.В. Семененко // Промышленная гидравлика и пневматика. – 2005. – № 1 (7). – С. 24 – 30.
7. Семененко, Е.В. Оценка потолка взвешивания частиц в напорном взвесенесущем потоке / Е.В. Семененко // Вісник Дніпропетровського університету. – 2006. – № 2/1. – С. 126 – 135.
8. Семененко, Е.В. Определение потолка взвешивания полидисперсных частиц различной плотности в напорном взвесенесущем потоке / Е.В. Семененко // Прикладна гідромеханіка. – 2007. – Т. 9(81), №4. – С. 59 – 65.
9. Semenenko, E. Calculation of hydrotransportation parameters for polydisperse materials with different consistence / E. Semenenko // Transport and Sedimentation of Solid Particles: 13th International Conference, September, 18-20, 2006. – Tbilisi, 2006. – Pp. 267 – 273.
10. Блюсс, Б.А. Расчет областей миграции частиц полидисперсного разноплотностного материала по сечению трубопровода при напорном гидротранспорте / Б.А. Блюсс, Е.В. Семененко, В.Д. Шурыгин // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. / НГУ. – Днепропетровск, 2005. – Вып. 22 (63). – С. 115 – 121.

REFERENCES

- 1.. Kirichko, S.M. (2016), «Substantiation of mining hydraulic mechanization processes parameters using highly concentrated hydraulic mixtures», Ph.D. Thesis, Dnepropetrovsk, UA.
2. Aleksandrov, V.I. (2000) *Metodyi snizheniya energozatrat pri gidravlicheskom transportirovanii smesey vyisokoy kontsentratsii* [Methods of reducing energy consumption in hydraulic transportation of mixtures of high concentration], SPGGI (TU), St. Petersburg, Russia.
3. Semenenko, Ye.V. (2010), «The development of scientific foundation of hydromechanization for quarry operation of gravel deposits», D.Sc. Thesis, Dnepropetrovsk, UA.
4. Voloshin A.I. and Ponomarev B.V., (2001), *Mekhanika pnevмотransportirovaniya sipuchikh materialov* [The mechanics of pneumatic transport of bulk materials], Naukova dumka, Kiev, UA.
5. Lukerchenko, N., Kharlamov, A., Kvurt, Yu., Chara, Z. and Vlasak, P. «Experimental evaluation of the Magnus force coefficient of a rotating spherical particle», *Engineering Mechanics*, 9 – 12 May, 2005, Book of Ext. Abstracts, Svratka (Czech Republic), pp. 205 – 206.
6. Semenenko, Ye.V. (2005), «Evaluation of the weighing capacity and critical parameters of pressure-weighted suspended flows», *Promyshlennaya gidravlika i pnevmatika*, no 1(7), pp.24-30.
7. Semenenko, Ye.V. (2006), «Estimating the ceiling of particle weighing in a pressure suspended flow», *Visnik Dnipropetrovs'kogo universitetu*, no 2/1, pp. 126-135.
8. Semenenko, Ye.V. (2007), «Determination of the weighing height of polydispersed particles of different density in a pressure-weighted flow», *Prikladna gidromekhanika*, vol. 9(81), no 4, pp.59-65.
9. Semenenko Ye. (2006), «Calculation of hydrotransportation parameters for polydisperse materials with different consistence», *Transport and Sedimentation of Solid Particles: 13th International Conference*, Tbilisi, Georgia, September, 18-20, 2000, Pp. 267 – 273.
10. Bljuss, B.A., Semenenko, Ye.V., and Shurygin, V.D. (2005), «Calculation of the migration regions of particles of a polydisperse dissimilar material along the pipeline cross-section under pressure hydrotransport», *Enrichment of minerals*, no. 22(63), pp. 115-121.

Об авторах

Семененко Евгений Владимирович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом проблем шахтных энергетических комплексов, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ им. Н.С. Полякова НАНУ), Днепр, Украина, evs_post@meta.ua

Лапшин Евгений Семенович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник в отдел проблем шахтных энергетических комплексов, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины), Днепр, Украина, evs_post@meta.ua

Медведева Ольга Алексеевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник в отделе геодинамических систем и вибрационных технологий, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ им. Н.С. Полякова НАНУ), Днепр, Украина, medvedevaolga1702@gmail.com

About the authors

Semenenko Evgeniy Vladimirovich, Doctor of Technicaal Sciences (D. Sc.), Senior Researcher, Head of Department of Mine Energy Complexes, N.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (N.S. Polyakov IGTM NASU), Dnepr, Ukraine, evs_post@meta.ua

Lapshin Evgeniy Semenovich, Doctor of Technical Sciences (D.Sc), Senior Researcher, Principal Researcher in the Department of Mine Energy Complexes, N.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (N.S. Polyakov IGTM NASU), Dnepr, Ukraine, evs_post@meta.ua

Medvedeva Olga Alekseevna, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of Geodynamic systems and Vibration Technologies, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (N.S. Polyakov IGTM NASU), Dnepr, Ukraine, medvedevaolga1702@gmail.com

Анотація. Виконано аналіз перспектив застосування технологій згущення і складування відходів збагачення у вигляді гідросумішей з об'ємною концентрацією 40%. Показано, що світовий досвід застосування цих технологій не враховує особливості систем складування відходів збагачення на вітчизняних гірничо-збагачувальних комбінатах. В результаті чого впровадження даної технології без відповідної її адаптації вимагає значних капітальних витрат. З урахуванням вітчизняних особливостей запропоновано перспективні схеми складування відходів збагачення в існуючі сховища, які передбачають згущення гідросуміші на різних етапах і застосування сепаратора з роздільником в магістральному трубопроводі для виділення часток техногенних розсипів. Вперше розроблено метод вибору і обґрунтування параметрів пристрою з подільником потоку на дві частини для сепарації техногенного розсипу з гідросуміші при її напірному перебігу по трубопроводу.

Ключові слова: гідротранспорт, відцентровий насос, гідросуміш, висока концентрація.

Annotation. Trends of using thickening and storage technologies for washery refuse in the form of slurries with a volume concentration of 40% was analyzed. It is shown that world experience of using these technologies does not take into account specificity of washery-refuse storage at Ukrainian mining and processing plants. The result is that introduction of the technology under consideration without adequate adaptation requires considerable capital expenditure. Promising schemes are proposed for storing washery refuses in the existing storage facilities with taking into account domestic specificity, which assume thickening of slurry at various stages and use of separator with divider in the main pipeline for separating particles from the man-made placer. It is the first method, which is developed for selecting and justifying parameters for the device with divider of flow into two streams for separating man-made placer from the slurry during its pressure flowing through the pipeline.

Keywords: hydrotransport, centrifugal pump, slurry, high concentration.

Стаття поступила в редакцію 15.08.2017

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук Б.А. Блюссом