

2. Применение рукава резинового в качестве материала для оболочки ЗЭС целесообразно в скважинах с гидростатическим давлением более 1,8 МПа.

3. Незначительные потери (до 15%) энергии, давления, удельного импульса на оболочке ЗЭС, в большинстве случаев в полной мере компенсируется значительным уменьшением предпробивных потерь и стабилизацией разряда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 27436 Україна, МПК^с Е 21 В 43/112. Електрогідроімпульсний свердловинний пристрій. / В.А. Саєнко, С.Г. Поклонов (Україна). - Заявлено 09.03.94 // Промислова власність. - 2000. - №4.
2. Косенков В.М. Влияние экранов на динамическое и кинематическое поведение обсадной трубы при электроразрядном воздействии / В.М. Косенков, В.Г. Жекул, С.Г. Поклонов, Н.И. Ковязин // Изв. ВУЗов. Нефть и газ. - 1999. - №6. - С. 13-19.
3. Барбашова Г.А. Влияние оболочки камеры электроразрядного устройства на гидродинамическую нагрузку в скважине / Г.А. Барбашова, В.М. Косенков, В.Г. Жекул, К.К. Софийский, А.П. Смирнов // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки НАН України. - Дн-ськ, 2004. - Вип. 49. - С. 106-114.
4. Ковязин Н. И. Методика определения и экспериментальное исследование удельного импульса давления, создаваемого возмущениями от источника электроразрядного типа / Н.И. Ковязин, В.В. Игнатов, С.А. Уросов, В.Ф. Ссрокин, В.М. Косенков, В.Г. Жекул, С.Г. Поклонов // Изв. ВУЗов. Нефть и газ. - 2000. - №1. - С. 25-30.
5. Поклонов С.Г. Эффективность электрического разряда для условий нефтяных скважин / С.Г. Поклонов, В.Ж. Глушенко, Л.П. Трофимова, В.П. Цуркин, Н.И. Ковязин // Нефтяное хозяйство. - 1992. - №3. - С. 26-23.
6. Теляшов Л.Л. Установка для динамической калибровки широкополосных датчиков давления / Л.Л. Теляшов, Ю.С. Чеканов, Е.К. Гнатенко // Физические основы электрогидравлической обработки материалов: Сб. науч. трудов. - Киев: Наук. думка, С. 160-165.
7. Кривинский В.В., Шамко В.В. Переходные процессы при высоковольтном разряде в воде. - Киев: Наук. думка, 1979. - 208 с.

УДК 622.753:5321.517.4

Инж. А.И. Шевченко (ИГТМ НАНУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОЧНОГО ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПО ВОГНУТОЙ КОНУСООБРАЗНОЙ РИФЛЕНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПЕРЕМЕННЫМ РАДИУСОМ КРИВИЗНЫ

Наведено аналіз роботи гідроциклонів та запропоновано пристрій (конусний класифікатор з увігнутою рифленою робочою поверхню з змінним радіусом кривизни), який дозволить підвищити ефективність їх роботи. Експериментальним шляхом вивчена залежність товщини потоку пульпи від режимних та конструктивних параметрів конусного класифікатора при її течії уздовж вказаної поверхні. Визначені величини емпіричних коефіцієнтів для розрахунку товщини потоку пульпи по встановленій залежності.

RESEARCH OF FILM CURRENT OF THE LIQUID ON THE CONCAVE CONE-SHAPED CORRUGATED SURFACE WITH VARIABLE RADIUS OF CURVATURE

The analysis of operation of hydrocyclones is resulted and the device is offered (cone the qualifier having a concave corrugated working surface with variable radius of curvature), allowing to raise efficiency of their operation. Experimental dependence of thickness of a stream of a pulp from regime and design data cone the qualifier is by studied at its current along the specified surface. Sizes of empirical factors for calculation of thickness of a stream of a pulp on the established dependence are certain.

Для классификации тонкоизмельченных материалов по крупности широко применяются гидроциклоны. Одним из недостатков работы этих аппаратов является высокая замельченность их песков, что приводит к увеличению

циркуляционной нагрузки на мельницу [1]. В работе [2] было предложено для повышения эффективности работы гидроциклона путем отделения в песках крупных частиц от мелких под его песковую насадку установить гидравлический пленочный конусный классификатор (далее конусный классификатор) [2-4]. Это устройство имеет вогнутую конусообразную рифленую рабочую поверхность с постоянным по ее длине радиусом кривизны. В ИГТМ НАН Украины разработан ряд типоразмеров конусного классификатора для широкого диапазона использования [2-6]. Для данных условий эксплуатации из этого ряда выбираются и рассчитываются по установленным закономерностям [7-10] оптимальные конструктивные и гидродинамические параметры.

Базой для расчета гидродинамических параметров является толщина потока пульпы, которая определяется по формуле [7]

$$\delta = \delta_0 \cdot \exp(-k_1 \cdot l^{k_2}); \quad (1)$$

где δ_0 - начальная толщина потока, $\delta_0 = \frac{d}{2}$; d - диаметр трубопровода из которого пульпа поступает на рабочую поверхность; l - длина рабочей поверхности конусного классификатора; k_1 и k_2 - эмпирические коэффициенты ($k_1 = -0,4714$; $k_2 = 0,33$).

Зная необходимую для данных условий толщину потока можно определить требуемые скорость течения пульпы и измелчение частиц заданной крупности.

Эксперименты по классификации песков гидроциклона в конусном классификаторе с постоянным радиусом кривизны показали недостаточную эффективность его работы.

Поэтому для данных условий было предложено использовать классификатор с переменным по длине рабочей поверхности радиусом кривизны. Предварительные испытания [2] показали, что за счет применения конусного классификатора замельченность песков гидроциклона по классу $-0,3$ мм снижается более чем на 30%. Это позволяет в песках гидроциклона отделить готовый продукт и направить его далее в процесс переработки, а также снизить циркуляционную нагрузку на мельницу.

Однако для наиболее эффективного использования классификатора необходимо иметь возможность расчета его конструктивных и гидродинамических параметров.

Целью данной работы является изучение пленочного течения жидкости вдоль вогнутой конусообразной рифленой рабочей поверхности с переменным радиусом кривизны и установление зависимости толщины потока пульпы от конструктивных и режимных параметров классификатора.

Исследование пленочного течения осуществлялось на рабочем органе конусного классификатора со следующими конструктивными параметрами: диаметр основания $D = 260$ мм, высота $H = 100$ мм и переменный радиус кривизны R вогнутой рабочей поверхности уменьшающийся от вершины конуса к основанию с 500 до 50 мм (рис. 1).

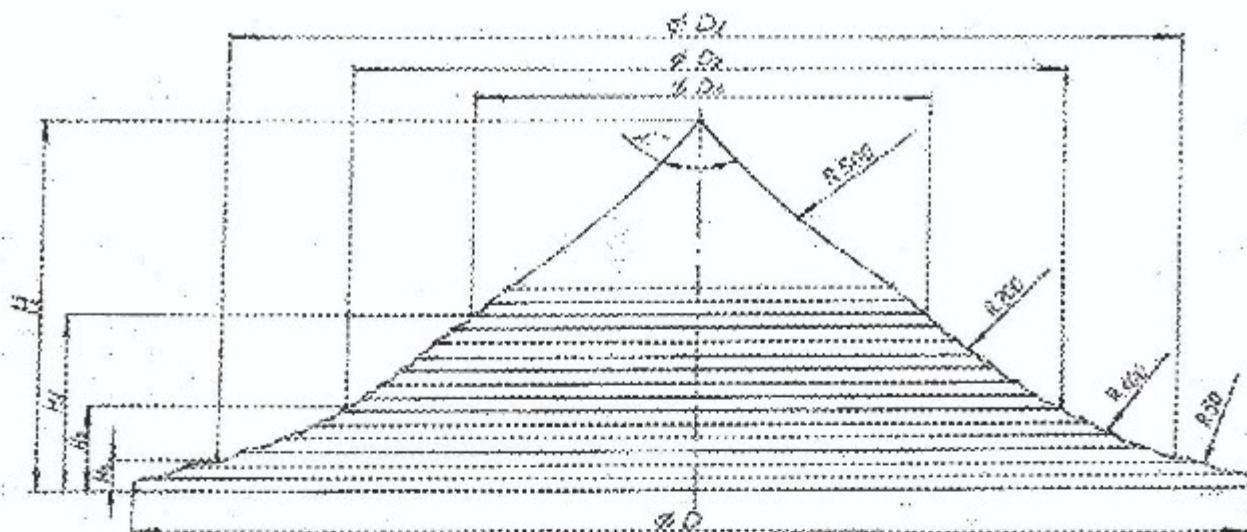


Рис. 1 – Рабочий орган конусного классификатора

При выборе этих параметров учитывалось следующее:

1) Оптимальные технологические показатели разделения в конусном классификаторе обеспечиваются при формировании и безотрывном от рабочей поверхности течения пульпы в виде тонкослойного потока (плесночное течение), соизмеримого с размером извлекаемых частиц.

2) Пульпа в гидроциклон подается тангенциально, благодаря чему внутри циклона она получает вращательное движение и разгружается через песковую насадку в виде водяного конуса с углом при его вершине $80-100^\circ$ [1]. Это необходимо учитывать при выборе профиля рабочей поверхности классификатора для устранения разбрызгивания и отрыва пульпы при встрече с ней. Соотношение геометрических параметров конусного классификатора $D=260$ мм, $H=100$ мм и $R=500$ мм обеспечивают угол при вершине конуса $\alpha = 100^\circ$.

3) Из конструктивных параметров конусного классификатора наиболее существенное влияние на показатели разделения оказывает радиус кривизны R . При одном и том же значении l (длина рабочей поверхности) извлечение частиц растет по мере уменьшения R [8, 11].

Все эти условия реализуются путем использования $R = 500$ мм в начале рабочей поверхности и плавным уменьшением его вдоль этой поверхности до 50 мм.

В лабораторных условиях были выполнены эксперименты по изучению изменения толщины δ потока пульпы по длине l рабочей поверхности с переменным радиусом кривизны R в зависимости от расхода Q и скорости V истечения жидкости из насадки. На рис. 2 приведены результаты исследований.

Для дальнейшей обработки данных представим полученные зависимости в координатах δ и l при фиксированных значениях скорости V и расхода Q . На рис. 3-5 изображены графики $\delta = f(l)$ при скоростях $V = 5; 8$ и 10 м/с и расходах $Q = 1; 2,5$ и 5 м³/ч.

Сравнение экспериментальных и рассчитанных по формуле (1) значений δ показало (см. рис. 3-5), что отклонение между ними составляет более 25-30%.

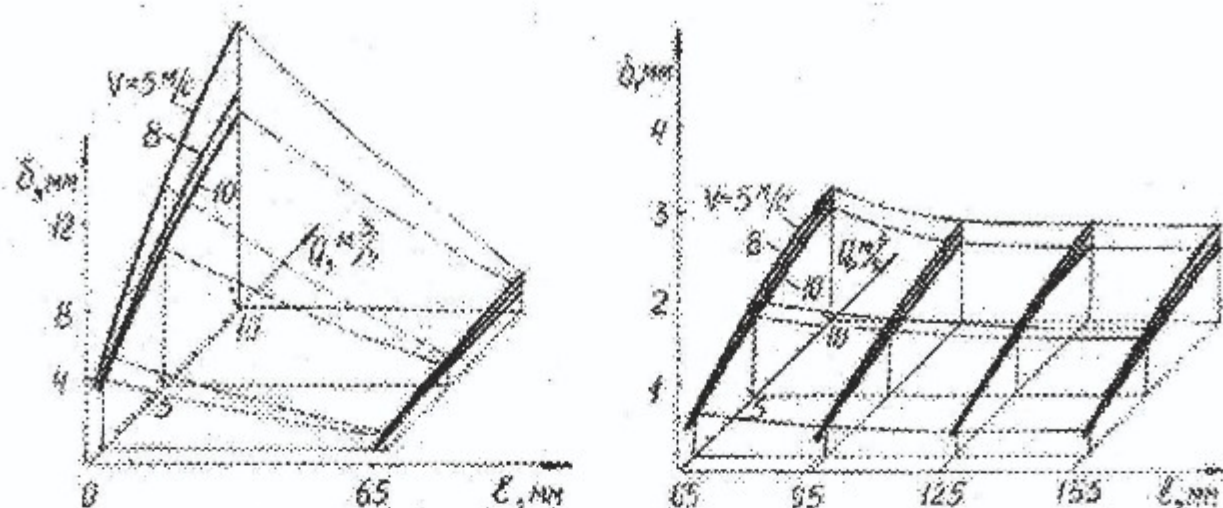
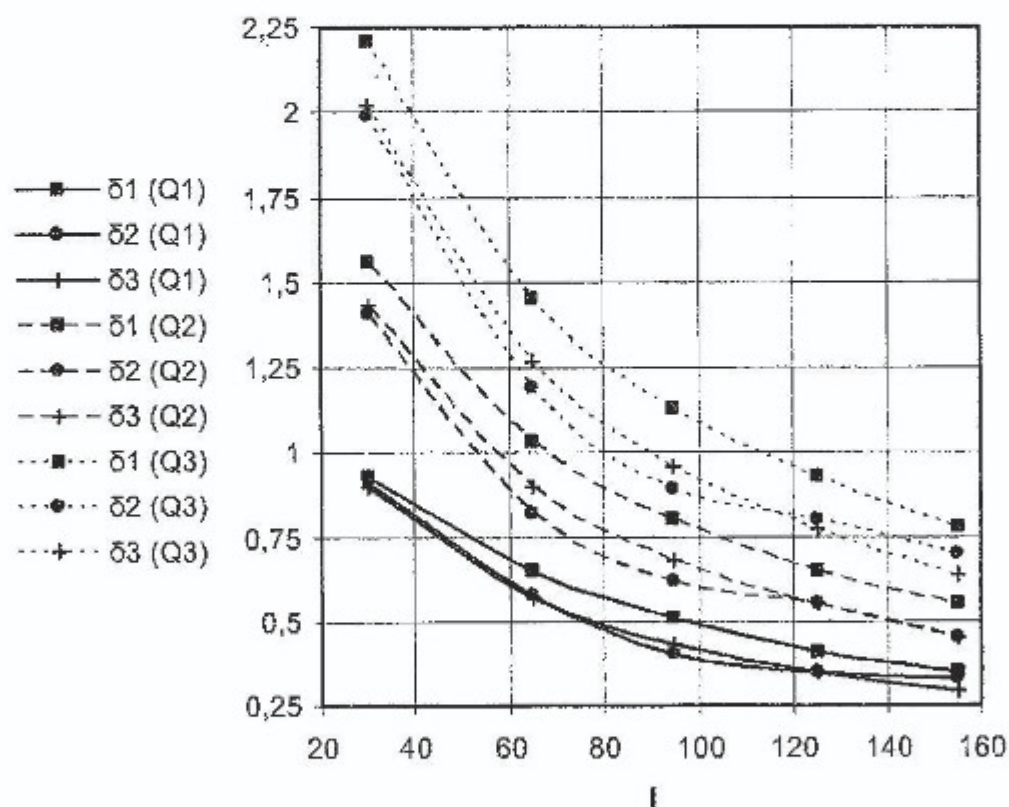


Рис. 2 - Изменение толщины δ потока пульпы по длине l вогнутой конусообразной рифленой рабочей поверхности в зависимости от расхода Q и скорости V истечения жидкости из насадки

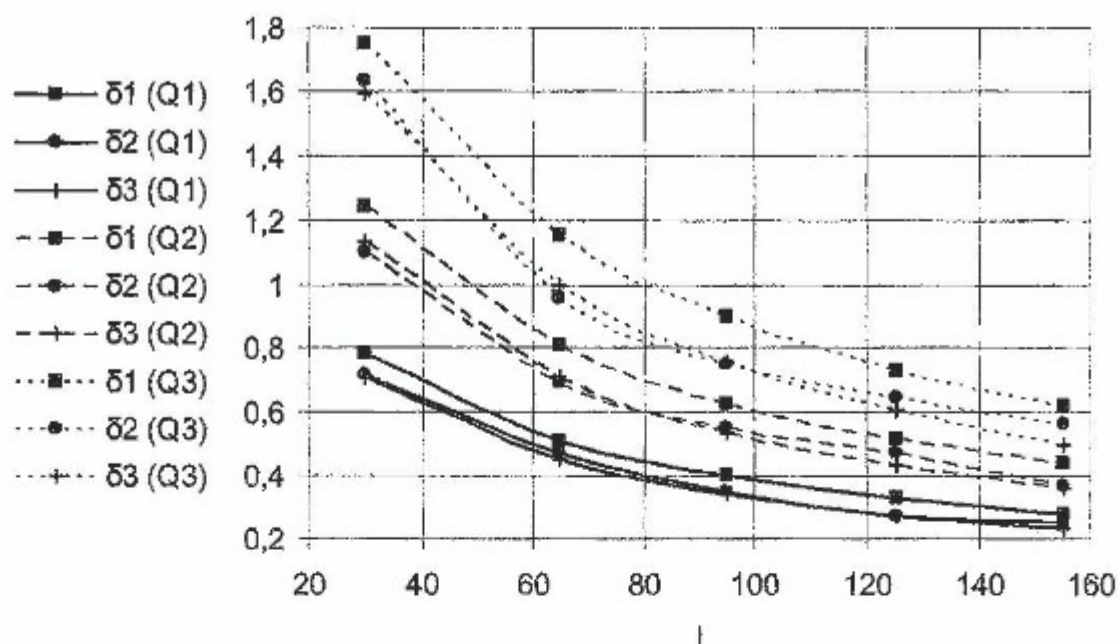


$$Q_1 = 1 \text{ м}^3/\text{ч}; Q_2 = 2,5 \text{ м}^3/\text{ч}; Q_3 = 5 \text{ м}^3/\text{ч};$$

δ_1 – расчет по формуле (1); δ_2 – эксперимент; δ_3 – расчет по формуле (2)

Рис. 3 – Зависимость толщины δ слоя жидкости от длины l рабочей поверхности при $V = 5 \text{ м/с}$

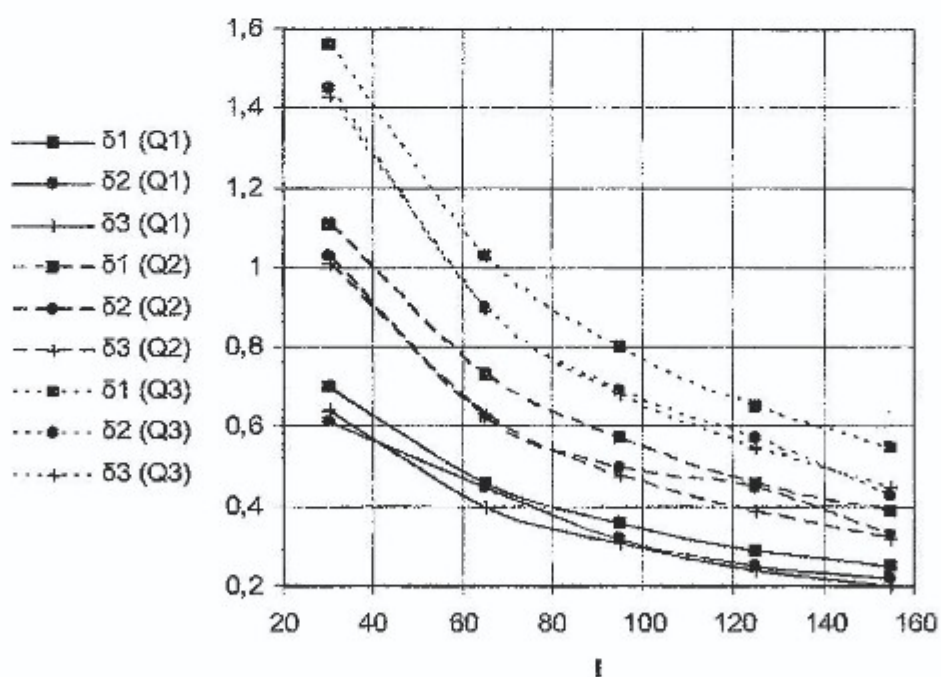
Такие результаты при дальнейшем расчете приводят к значительным погрешностям и не позволяют получить оптимальные значения параметров режима работы классификатора.



$$Q_1 = 1 \text{ м}^3/\text{ч}; Q_2 = 2,5 \text{ м}^3/\text{ч}; Q_3 = 5 \text{ м}^3/\text{ч};$$

δ_1 – расчет по формуле (1); δ_2 – эксперимент; δ_3 – расчет по формуле (2)

Рис. 4 – Зависимость толщины δ слоя жидкости от длины l рабочей поверхности при $V = 8 \text{ м/с}$



$$Q_1 = 1 \text{ м}^3/\text{ч}; Q_2 = 2,5 \text{ м}^3/\text{ч}; Q_3 = 5 \text{ м}^3/\text{ч};$$

δ_1 – расчет по формуле (1); δ_2 – эксперимент; δ_3 – расчет по формуле (2)

Рис. 5 – Зависимость толщины δ слоя жидкости от длины l рабочей поверхности при $V = 10 \text{ м/с}$

Следовательно, коэффициенты этой зависимости требуют уточнения для данных условий эксплуатации. Поэтому необходимо провести дополнительные исследования, в результате которых будут установлены величины коэффициентов для расчета толщины потока пульпы по установленной зависимости (1).

Обработка данных с помощью пакетов *MathCad* и *Excel* позволила скорректировать значения коэффициентов k_1 и k_2 , с учетом которых зависимость (1) будет иметь вид

$$\delta = \delta_0 \cdot \exp(-0,4844 \cdot r^{0,34}) \quad (2)$$

Из сравнения экспериментальных и вычисленных по формуле (2) значений δ установлено (см. рис. 3-5), что расхождение между ними составляет не более 10-15%.

На основе полученных данных были рассчитаны режимные параметры и разработан опытный образец конусного классификатора для классификации песков гидроциклона, технологические испытания которого (рис. 6) показали хорошие результаты и подтвердили высокую эффективность его работы.

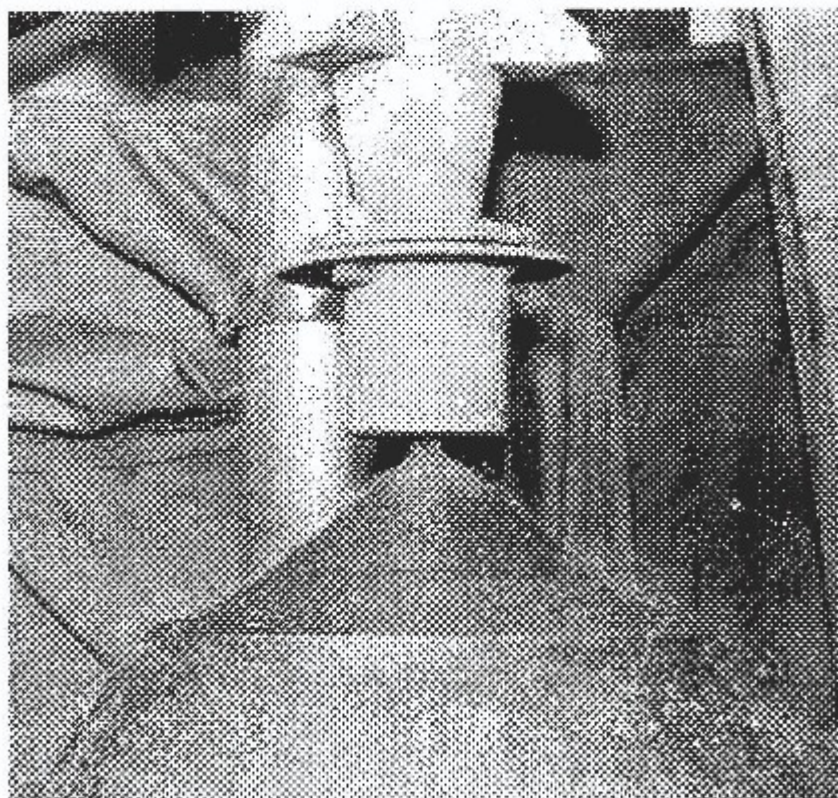


Рис. 6 – Классификация песков гидроциклона в конусном классификаторе

Таким образом, в соответствии с поставленной целью установлена зависимость толщины потока пульпы от конструктивных и режимных параметров конусного классификатора с переменным радиусом кривизны рабочей поверхности. Это позволит разработать методику расчета оптимальных технологических параметров классификатора для данного типоразмера

гидроциклона, которые обеспечат эффективное извлечение из песков циклона частиц заданной крупности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фоменко Т.Г., Бутовецкий В.С., Погарцева Е.М. Технология обогащения углей // Справочное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. – 367 с.
2. Потураев В.Н., Туркенич А.М., Лапшин Е.С., Шевченко А.И. Гидравлический пленочный конусный классификатор / Ин-т геотехн. мех. АН УССР. – Днепропетровск, 1991. – 17 с. Деп. в ВИНТИ 13.11.91, №4281-В91.
3. Положительное решение на заявку №4950782/03/055041/ Устройство гидравлической пленочной классификации / В.Н. Потураев, А.М. Туркенич, Е.С. Лапшин, А.И. Шевченко – Принята 27.06.91.
4. Шевченко А.И. Снижение граничной крупности пленочной классификации тонкозернистых материалов путем совершенствования профиля рабочей поверхности // Геотехническая механика: Сб. науч. трудов ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 1997. – Вып. 3. – С. 184 - 186.
5. Туркенич А.М., Шевченко А.И. Устройство нового типа для смыва магнитного продукта в роторных магнитных сепараторах // Збагачення корисних копалин: Науково-технічний збірник НГАУ – Днепропетровск, 1998. – Вып. 1(42). – С. 91 - 94.
6. Полулях А.Д., Шевченко А.И. Устройство для промывки продуктов обогащения на гидрогрохотах и отмывки магнетита при регенерации суспензии // Геотехническая механика: Сб. науч. трудов ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2000. – Вып. 23. – С. 151 - 156.
7. Лапшин Е.С., Шевченко А.И. Экспериментальное исследование пленочного течения жидкости в устройстве для смыва магнитного продукта с зубчатых пластин роторного сепаратора // Геотехническая механика: Сб. науч. трудов ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 1998. – Вып. 7. – С. 120 - 125.
8. Шевченко А. И. Методика расчета конусного смывного устройства // Материалы конференции «Геотехнические и геомеханические проблемы переработки месторождений», 12 ноября 2002, г. Днепропетровск - Геотехническая механика: Сб. науч. трудов ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2002. – Вып. 36. – С. 209-218.
9. Лапшин Е.С., Шевченко А.И. Математическое описание кинетики очистки оборотной воды в устройстве для смыва магнитного продукта с зубчатых пластин роторного сепаратора // Геотехническая механика: Сб. науч. трудов ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 1998. – Вып. 6. – С. 143 - 150.
10. Лапшин Е.С., Шевченко А.И. Экспериментальное определение предельной скорости подачи питания на конусообразную вогнутую рифленую рабочую поверхность пленочного классификатора // Геотехническая механика: Сб. науч. трудов ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 1998. – Вып. 4. – С. 146 - 149.
11. Лапшин Е.С., Шевченко А.И. Экспериментальное исследование кинетики очистки оборотной воды в устройстве для смыва магнитного продукта с зубчатых пластин сепаратора // Геотехническая механика: Сб. науч. трудов ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 1998. – Вып. 6. – С. 138 - 143.

УДК 622.831.3:622.628.13

Инж. В.Д. Рябичев (ВДНТУ), инж. С.А. Зинченко (ДонНТУ),
инж. О.В. Маслов (ВГСО, г. Горловка)

ОБРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД В ВЫРАБОТКАХ

У статті розглянутий аналіз обвалення гірських порід в очисні виробки. Представлена аналітична задача тенденцій аварій, пов'язаних з обваленням в очисні виробки. Розглянуті вимоги до ведення робіт рятувальників.

BRINGING DOWN OF MOUNTAIN BREEDS IN MAKING

The analysis of bringing down of mountain breeds in the cleansing making is considered in the article. The analytical task of tendencies of the failures related to bringing down in the cleansing making is represented. The requirements to the conduct of mine-rescue works are considered.

Распределение обрушений в очистных забоях и наиболее характерные способы спасения людей представлены в табл. 1.

Из табл. 1 следует:

- чаще всего аварии происходили в средней части лавы (около 40%) и примерно поровну (по 30%) в верхней и нижней частях;