

Полулях Д. А.

Государственное
высшее учебное
заведение
«Национальный горный
университет»

Poluljakh D. A.

State Higher Educational
Institution “National
Mining University”

УДК 622.76

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГРОХОЧЕНИЯ УГЛЯ НА КОМБИНИРОВАННОЙ ПРОСЕИВАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КОНУСНОЙ ФОРМЫ

Разработана технология гидромеханического грохочения угля на комбинированной просеивающей поверхности конусной формы для подготовки крупного машинного класса перед его тяжелосредним обогащением. Установлено влияние технологических, конструктивных, гидродинамических и механических параметров на эффективность подготовки машинных классов.

Ключевые слова: уголь, гидромеханическое грохочение, эффективность, машинные классы.

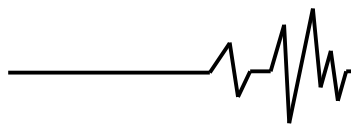
Введение. Современные теоретические представления о физике обогатительных процессов [1-4] позволяют сделать вывод о том, что наиболее высокие качественно-количественные показатели достигаются при обогащении узких классов крупности, когда соблюдается принцип однофункциональности разделительных процессов при обогащении, например, каменного угля [5]. В связи с этим подготовка машинных классов становится одной из наиболее ответственных подготовительных операций на современных углеобогатительных фабриках.

Особенностью процесса гидромеханического грохочения угля на комбинированной просеивающей поверхности конусной формы является двухцелевое назначение этой операции, осуществляемой в одном аппарате. Первое назначение – это грохочение материала, второе – обезвоживание надситного продукта. Совмещение этих операций в одном аппарате является собой сложную научно-техническую проблему, особенно при производительности оборудования 1000 т/ч. В этом случае установление закономерностей гидромеханического грохочения является актуальной задачей, определяющей эффективность подготовки машинных классов из рядового угля.

Условия проведения промышленных экспериментов. Определение влияния параметров гидромеханического грохочения угля на комбинированной просеивающей поверхности конусной формы на эффективность подготовки машинных классов осуществлялась на макетной установке гидромеханического грохота ГГИК-К в условиях ЦОФ «Никитовская».

В качестве соединительной просеивающей поверхности (СПП) между неподвижным и подвижным конусами использовалась неподвижная цилиндрическая обечайка без ситовой поверхности, предназначение которой – изменение направления движения потока материала и гашение его скорости. Общий вид макета гидромеханического грохота с комбинированной просеивающей поверхностью (КПП) конусной формы приведен на рис. 1, а техническая характеристика в табл. 1.

Макет гидромеханического грохота с КПП конусной формы представляет собой аппарат, просеивающая поверхность которого состоит из двух частей, расположенных соосно одна над другой и обращенных друг к другу большими основаниями. Верхний конус является стационарным с неподвижной просеивающей поверхностью (НПП), нижний – с вибрирующей подвижной просеивающей поверхностью (ППП). Соединение конусов между собой осуществляется неподвижной



цилиндрической обечайкой с СПП, живое сечение которой равно нулю. Рядовой уголь скребковым конвейером подавался в загрузочную воронку макета, где происходит его водонасыщение до пульпообразного состояния и формирование двухфазного

(жидкое+твердое) потока с заданными гидродинамическими параметрами. Вода на гидроподготовку материала в загрузочной воронке макета подавалась насосом ШН270 в виде сгущенного продукта пирамидальных сгустителей.

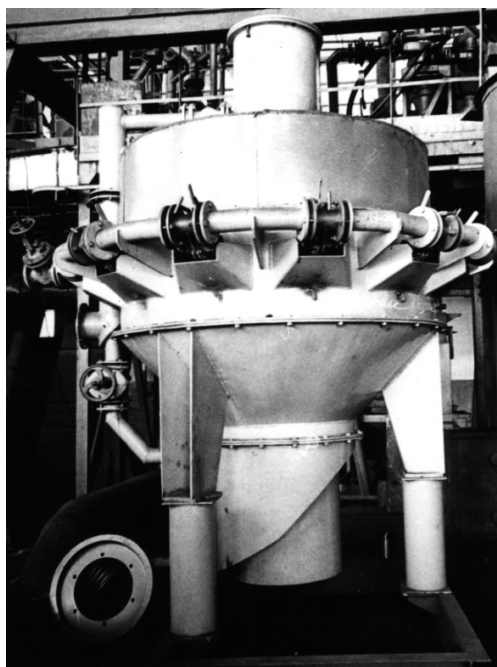


Рис. 1. Общий вид макета гидромеханического грохота с КПП конусной формы

Таблица 1

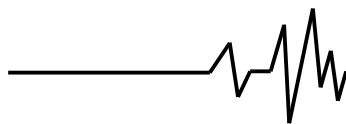
Техническая характеристика макета гидромеханического грохота с КПП конусной формы

Параметры	Значение параметров
Производительность, т/ч	400
Удельный расход воды, м ³ /т	1,2
Напор воды, МПа	0,1
Площадь просеивающей поверхности, м ²	4,0
Длина просеивающей поверхности, м	1,0
Отношение длин НПП/ППП	0,75
Размер отверстий просеивающей поверхности, мм	13
Угол наклона образующей верхнего конуса, град.	30
Угол наклона образующей нижнего конуса, град.	25
Амплитуда колебаний, мм	4; 5; 6
Частота колебаний, с ⁻¹	12,25; 13,95; 15,58
Мощность электродвигателей, кВт	26
Габаритные размеры, мм:	
длина	2550
ширина	2550
высота	3000
Масса, т	2,0

После осуществления гидроподготовки исходного материала в загрузочной воронке он поступает на конусный распределитель на НПП верхнего конуса, где под действием

высоконапорных гидродинамических струй происходит его гидропромывка.

Надрешетный продукт верхнего конуса ударяется о неподвижную цилиндрическую



обечайку, гасит скорость и перемещается на подвижный нижний конус, где происходит его окончательное грохочение и обезвоживание. Надситный продукт представляет собой крупный машинный класс, который передается на обогащение в отсадочную машину ОМ-8, а

подситный продукт, после обесшламливания, в отсадочную машину ОМ12.

Гранулометрический состав рядового угля, используемого при выполнении исследований, приведен в табл. 2. Уголь марки «К» шахты «Никитовская».

Таблица 2

Гранулометрический состав рядового угля, применяемый при шестифакторном эксперименте в услови ЦОФ «Никитовская»

Класс, мм	Выход, %
+50	8,4
25-50	6,2
13-25	7,7
6-13	12,8
3-6	14,7
1-3	19,6
0-1	30,6
Итого	100,0
$d_{ср}$, мм	12,5

Установление закономерностей. В соответствии с условиями ЦОФ «Никитовская» основными изменяющимися параметрами процесса подготовки машинных классов являются: удельная нагрузка q_t (т/ч·м²), удельный расход воды q_b (м³/т), напор воды H (м. вод. ст.), длина КПП $L_{кпп}$ (м), амплитуда колебаний ППП $A_{ппп}$ (м), частота колебаний ППП ω (с⁻¹).

При этом остальные параметры оставались постоянными и имели следующие значения: размер отверстий $d_{щ}$ = 13 мм, угол наклона НПП $\alpha_{нпп}$ = 30 град, угол наклона

ППП $\alpha_{ппп}$ = 25 град, соотношение $L_{нпп}/L_{ппп}$ = 0,75, начальная скорость потока материала перед НПП U_n = 3,5 м/с, длина СПП $L_{спп}$ = 0 м, средний диаметр исходного рядового угля $d_{ср}$ = 12,5 мм.

Исходя из условий экспериментальных исследований переменными параметрами являются q_t , q_b , H , $A_{ппп}$, $\omega_{ппп}$, $L_{кпп}$, что соответствует шестифакторному эксперименту. Нормированные значения независимых переменных параметров приведены в табл. 3, а таблица планирования шестифакторного эксперимента в [6].

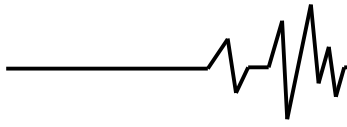
Таблица 3

Нормированные значения независимых переменных параметров

Параметры	Значения параметров		
	min	среднее	max
Удельная нагрузка q_t , т/ч·м ²	50	75	100
Удельный расход воды q_b , м ³ /т	0,6	0,8	1,0
Напор воды H , м. вод. ст	10	20	30
Амплитуда колебаний $A_{ппп}$, мм	4	5	6
Частота колебаний $\omega_{ппп}$, с ⁻¹	12,25	13,92	15,58
Длина КПП $L_{кпп}$, м	0,6	0,8	1,0

Исходя из вышеизложенного и используя данные [7] эффективности процессов

грохочения E_r и обезвоживания E_o можно определить по критериальным уравнениям:



$$E_T = 5 \left(\frac{q_T}{\delta \sqrt{g d_{\text{ц}}}} \right)^{-0,6} \left(\frac{q_B H}{\delta_B d_{\text{ц}}} \right)^1 \left(\frac{A_{\text{ППП}} w_{\text{ППП}}^2}{g} \right)^{1,7} \left(\frac{d_{\text{ср}} L_{\text{КПП}}}{d_{\text{ц}}^2} \right)^2; \quad (1)$$

$$E_O = 6 \left(\frac{q_T}{\delta \sqrt{g d_{\text{ц}}}} \right)^{-1,1} \left(\frac{q_B H}{\delta_B d_{\text{ц}}} \right)^{1,2} \left(\frac{A w^2}{g} \right)^{1,6} \left(\frac{d_{\text{ср}} L_{\text{КПП}}}{d_{\text{ц}}^2} \right)^{1,7}. \quad (2)$$

Уравнения (1) и (2) действует при следующих ограничениях

$$50 \leq q_T \leq 100 \text{ т/ч}\cdot\text{м}^2;$$

$$4 \leq A_{\text{ППП}} \leq 6 \text{ мм};$$

$$0,6 \leq q_B \leq 1,0 \text{ м}^3/\text{т};$$

$$12,2 \leq w_{\text{ППП}} \leq 15,55 \text{ с}^{-1};$$

$$10 \leq H \leq 30 \text{ м. вод.ст.};$$

$$0,6 \leq L_{\text{КПП}} \leq 1,0 \text{ м.}$$

При этом $d_{\text{ц}} = 13 \text{ мм}$, $\alpha_{\text{НПП}} = 30 \text{ град}$, $\alpha_{\text{ППП}} = 25 \text{ град}$, $L_{\text{НПП}}/L_{\text{ППП}} = 0,75$,

$U_H = 3,5 \text{ м/с}$, $L_{\text{ср}} = 0 \text{ м}$, $d_{\text{ср}} = 12,5 \text{ мм}$.

Эффективность подготовки машинных классов определяясь как:

$$E_{\text{ПМК}} = E_2 \cdot E_O, E_{\text{ПМК}}, \% \quad (3)$$

Зависимость процесса от гидромеханического

Зависимость эффективности процесса от удельной нагрузки, приведена на рис. 2, а

эффективности от параметров грохочения.

зависимость эффективности процесса от удельного расхода воды, показанная на рис. 3. Зависимости эффективности процесса от напора воды H , от амплитуды, частоты колебаний ППП и длины КПП представлены на рис. 4, 5, 6 и 7.

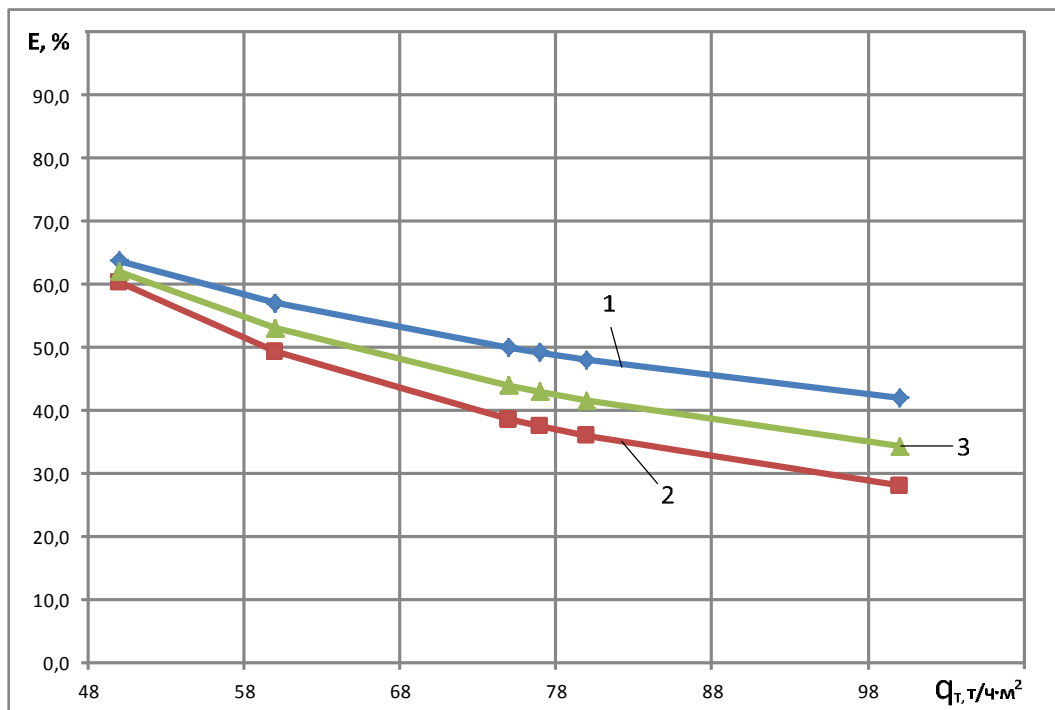


Рис. 2. Зависимость эффективности процесса от удельной нагрузки:
1- E_2 , 2 - E_O , 3 - $E_{\text{ПМК}}$

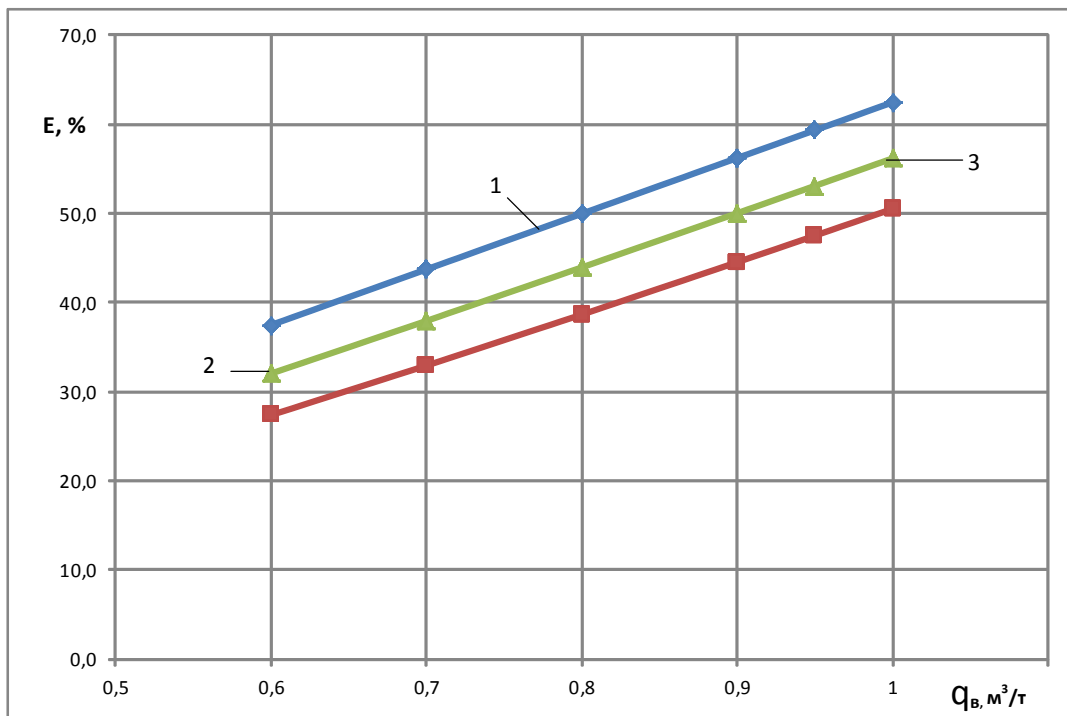
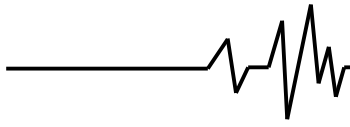


Рис. 3. Зависимость эффективности процесса от удельного расхода воды:
1 - E_2 , 2 - E_o , 3 - $E_{ГМК}$

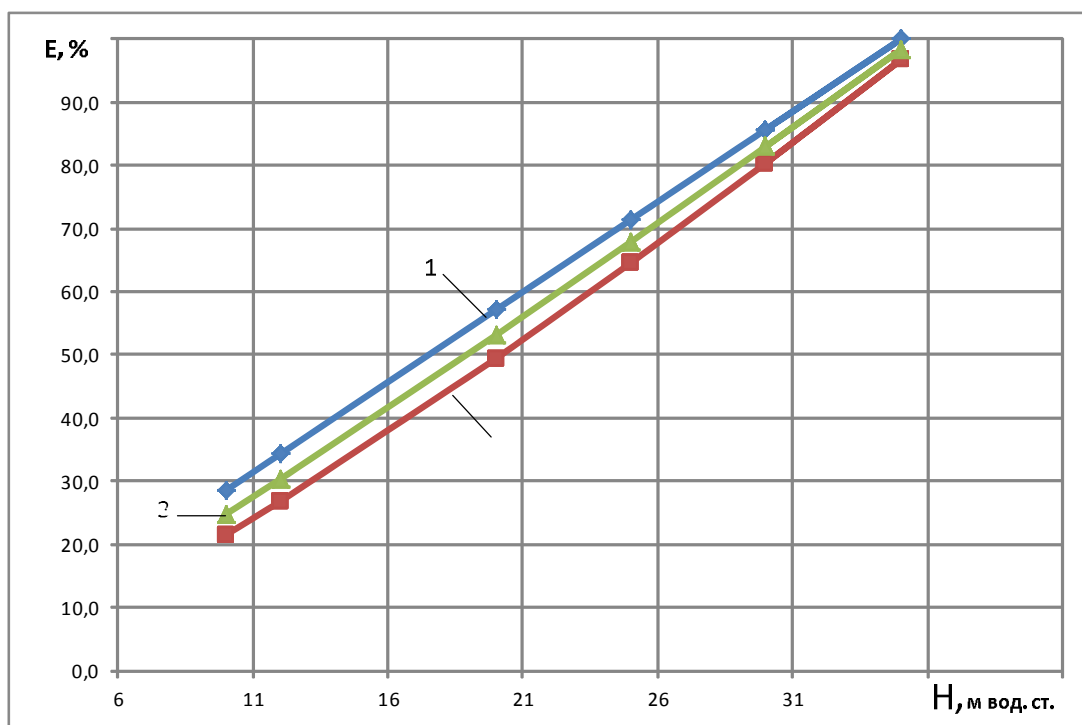


Рис. 4. Зависимость эффективности процесса от напора воды H (м. вод.ст.):
1 - E_2 , 2 - E_o , 3 - $E_{ГМК}$

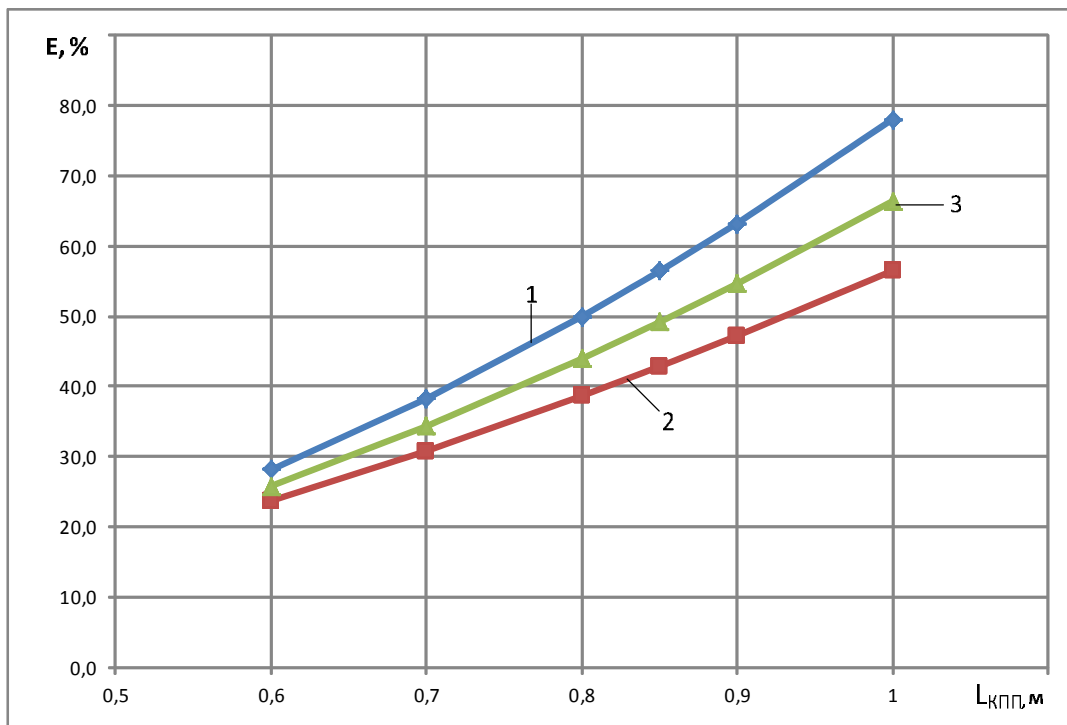
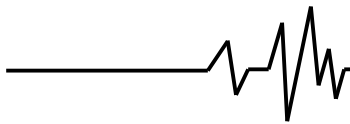


Рис. 5. Зависимость эффективности процесса от амплитуды колебаний ППТ:
1 - E_z , 2 - E_o , 3 - $E_{пмк}$

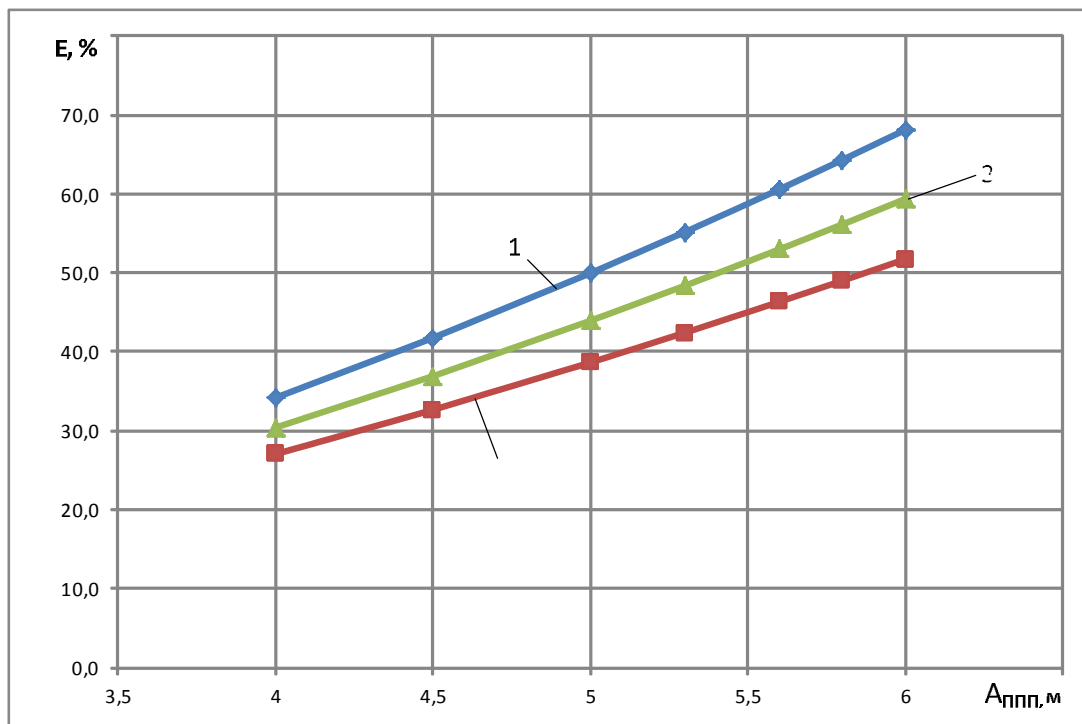


Рис. 6. Зависимость эффективности процесса от частоты колебаний ППТ:
1 - E_z , 2 - E_o , 3 - $E_{пмк}$

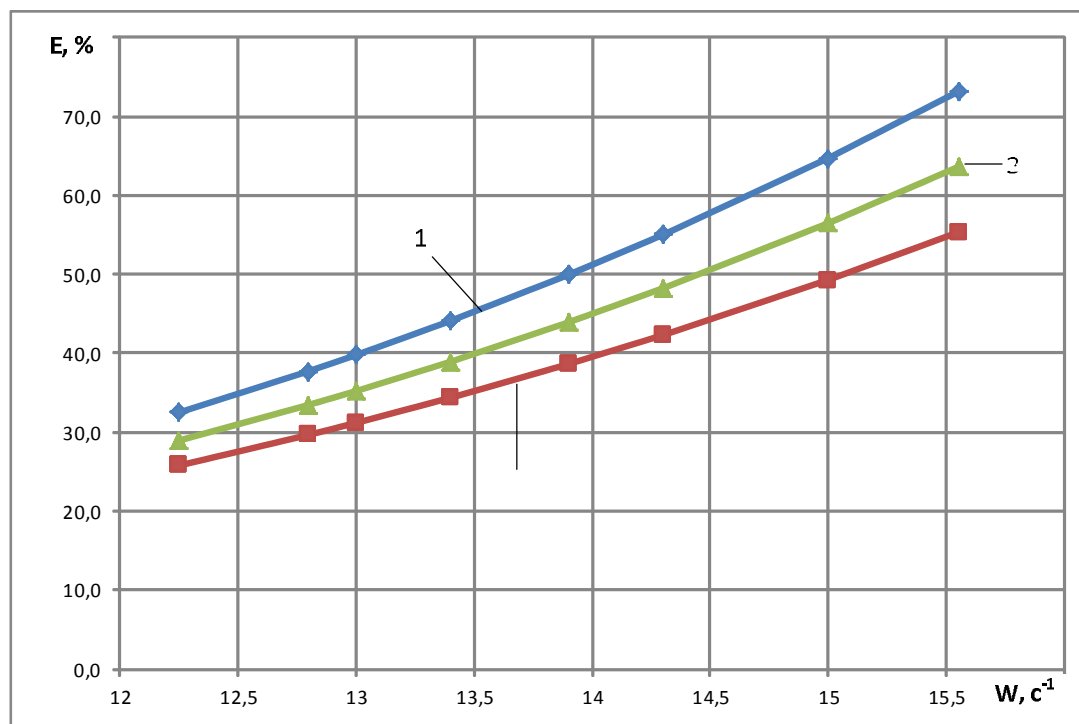
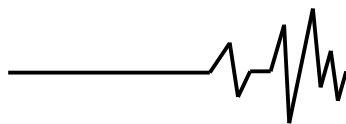


Рис. 7. Зависимость эффективности процесса от длины КПП:
1 - E₂, 2 - E₀, 3 - E_{ГМК}

Из данных, приведенных на рис. 2 следует, что зависимость эффективности процесса от удельной нагрузки уменьшается, зависимость эффективности процесса от удельного расхода воды, показанная на рис. 3 прямо пропорционально возрастает.

Из данных, представленных на рис. 4, 5, 6 и 7 следует, что зависимости эффективности процесса от напора воды H , от амплитуды, частоты колебаний ППП и длины КПП пропорционально возрастают.

Выводы

1. Разработана технология гидромеханического грохочения угля на комбинированной просеивающей поверхности конусной формы для подготовки крупного машинного класса перед его тяжелосредным обогащением.

2. Установлено влияние технологических, конструктивных, гидродинамических и механических параметров процесса гидромеханического грохочения угля на комбинированной просеивающей поверхности конусной формы на эффективность грохочения, относительную эффективность обезвоживания и эффективность подготовки машинных классов перед тяжелосредным обогащением.

3. Засорение надситного продукта составляло 10,1% (в т.ч. классом 0-1 мм 1,9%), влажность 8,1%. При этом эффективность грохочения находилась в пределах 91,7%, относительная эффективность обезвоживания – 77,3%, эффективность подготовки машинных классов – 70,9%, что соответствует требованиям норм технологического проектирования углеобогачительных фабрик ВНТПЗ-94.

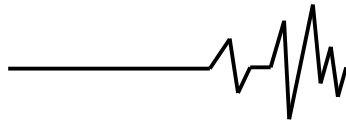
Список использованных источников

1. Полулях О.В. Обоснование диапазонов крупности машинных классов при обогащении угля: Дис. ... канд. техн. наук. – Д.: ГВУЗ «Национальный горный университет». – 2011. – 167 с.

2. Шевченко Г.А. Развитие научных основ процессов вибрационного перемещения и разделения минерального сырья в жидкости на колеблющейся поверхности: Дис... докт. техн. наук. – Д.: ИГТМ НАН Украины. – 2011. – 523 с.

3. Keles S. Development of the Centrifugal Dewatering Technology: Proceedings XVI international Coal Preparation Congress / S. Keles, T. Egtec, P. Bethell. – Littleton (USA): SME. – 2010. – P. 488–495.

4. Полулях А.Д. Обогащение рядового угля пятью машинными классами /



А.Д. Полулях // Уголь Украины. – 1999. – № 5. – С. 49–50.

5. Кирнарский А.С. Принцип однофункциональности разделительных процессов при обогащении каменного угля / А.С. Кирнарский // Уголь. – 2012. – № 5. – С. 92–94.

6. Полулях А.Д. Практикум по расчетам качественно-количественных и водно-шламовых схем углеобогатительных фабрик: Учебное пособие / А.Д. Полулях, П.И. Пилов, А.Е. Егурнов. – Д.: Национальный горный университет, 2007. – 504 с.

7. Полулях А.Д. Гидрогрохочение углей / А.Д. Полулях. – Д.: ПП Шевелев Е.А, 2010. – 326 с.

Список источников в транслитерации

1. Polulyakh A.V. Obosnovaniye diapazonov krupnosti mashinnykh klassov pri obogashcheniya uglya: Dis. ... Kand. tekhn. nauk. – D.: GVUZ «Natsionalnyy gornyy universitet». – 2011. – 167 s.

2. Shevchenko A. Razvitiye nauchnykh osnov protsessov vibratsionnogo peremeshcheniya i razdeleniya mineralnogo syrya v zhidkosti na koleblyushcheysya poverkhnosti: Dis. ... Dokt. tekhn. nauk. – D.: IGTM NAN Ukrainy. – 2011. – 523 s.

3. Keles S. Development of the Centrifugal Dewatering Technology: Proceedings XVI international Coal Preparation Congress / S. Keles, T. Egtec, P. Bethell. – Littleton (USA): SME. – 2010. – P. 488–495.

4. Polulyakh A.D. Obogashcheniye ryadovogo uglya pyatyu mashinnymi klassami / A.D. Polulyakh // Ugol Ukrainy. – 1999. – № 5. – С. 49–50.

5. Kirnarskiy A.S. Printsip odnofunktionalnosti razdelitelnykh protsessov pri obogashcheniya kamennogo uglya / A.S. Kirnarskiy // Ugol. – 2012. – № 5. – С. 92–94.

6. Polulyakh A.D. Praktikum po raschetam kachestvenno-kolichestvennykh i vodno-shlamovykh skhem ugleobogatitel'nykh fabrik: Uchebnoye posobiye / A.D. Polulyakh, P.I. Pylov, A.Ye. Yegurnov. – D.: Natsionalnyy gornyy universitet, 2007. – 504 s.

7. Polulyakh A.D. Gidrogrokhocheniye ugley / A.D. Polulyakh. – D.: СНР Шевелев Ye.A, 2010. – 326 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОМЕХАНІЧНОГО ГРОХОТІННЯ ВУГІЛЛЯ НА КОМБІНОВАНИЙ ПРОСІВАЮЧІЙ ПОВЕРХНІ КОНУСНОЇ ФОРМИ

Анотація. Розроблена технологія гідромеханічного грохотіння вугілля на комбінованій просіваючій поверхні конусної форми для підготовки крупного машинного класу перед його важкосередовищного збагачення. Встановлено вплив технологічних, конструктивних, гідродинамічних і механічних параметрів на ефективність підготовки машинних класів.

Ключові слова: вугілля, гідромеханічне грохотіння, ефективність, машинні класи.

DETERMINATION OF COAL HYDROMECHANICAL SCREENING PARAMETERS ON THE COMBINED CONE FORM SIFTING SURFACE

Annotation. The coal hydromechanical screening technology is developed on the combined cone form sifting surface for large machine class preparation before his dense medium enriching. The influence of technological, construction, hydrodynamic and mechanical parameters is based on machine classes preparation efficiency.

Key words: coal, hydromechanical screening, efficiency, machine classes.