

УДК 622.76

И.К. МЛАДЕЦКИЙ, д-р техн. наук,

Д.А. ПОЛУЛЯХ, канд. техн. наук

(Украина, Днепр, Государственное ВУЗ "Национальный горный университет")

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГРОХОЧЕНИЯ УГЛЯ НА КОМБИНИРОВАННОЙ ПРОСЕИВАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КОНУСНО-ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ

Введение

Современные теоретические представления о физике обогащательных 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 углеобогащательных 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 этой случае установление закономерностей гидромеханического грохочения является актуальной задачей, определяющей

Определение влияния параметров гидромеханического грохочения угля на комбинированной просеивающей поверхности конусно-прямоугольной формы на эффективность подготовки машинных классов осуществлялось на установке мокрого грохочения УМГ-2,5 в условиях ЦОФ "Узловская".

В качестве НПП и СПП установки использовались соответствующие части гидрогрохота ГНК-1000, а в качестве ППП установки – вибрационный грохот ГИСТ-72А.

Схема установки УМГ-2,5 приведена на рис. 1.

Установка работает следующим образом. Исходный материал, предварительно смоченный в желобе, поступает в загрузочное устройство, откуда через коническую воронку направляется на распределитель стационарного сита, размер отверстий которого равен или меньше размера отверстий нижнего сита грохота ГИСТ-72А. Подрешетный продукт неподвижного конусного сита через поддон и разгрузочный патрубок подается в ванну грохота ГИСТ-72А. Надрешетный продукт конусного сита в виде кольцевого потока поступает на грохот ГИСТ-72А, который может работать в одно- и двухситном исполнении, и на котором происходит окончательное грохочение и обезвоживание крупного машинного класса перед поступлением его в тяжелосредний сепаратор.

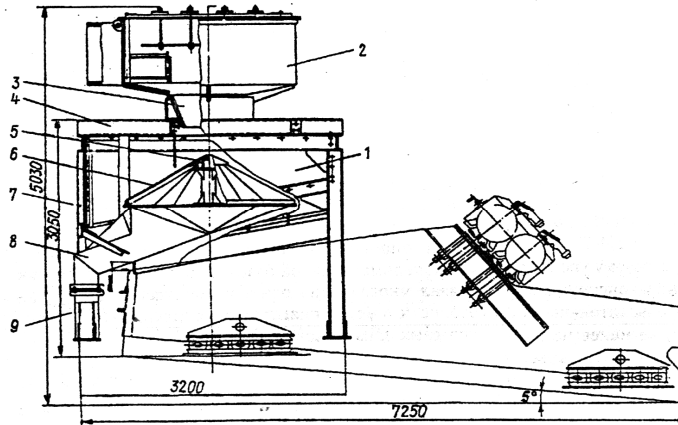


Рис. 1. Установка для мокрого грохочения УМГ-2,5:
 1 – грохот ГИСТ-72А; 2 – загрузочное устройство; 3 – воронка;
 4 – крестовина; 5 – распределительный конус; 6 – неподвижное конусообразное сито; 7 – рама; 8 – поддон; 9 – патрубок

Гранулометрический состав рядового угля, используемого при выполнении исследований, примерно соответствовал приведенному в табл. 1. Уголь марки "К" шахты им. Румянцева.

Таблица 1

Гранулометрический состав рядового угля ЦОФ "Узловская"	
Класс, мм	Выход, %
+50	12,8
25-50	6,8
13-25	11,1
6-13	12,9
3-6	14,7
1-3	18,2
0-1	23,5
Итого	100,0
$d_{cp.}$, мм	16,6

Установление закономерностей

В соответствии с условиями ЦОФ "Узловское" основными изменяющимися параметрами процесса подготовки машинных классов являются: удельная нагрузка q_T (т/ч·м²), удельный расход воды q_v (м³/т), напор воды H (м. вод. ст.), длина КПП $L_{КПП}$ (м), амплитуда колебаний ППП $A_{ППП}$ (м), частота колебаний ППП w (с⁻¹), угол наклона участка обезвоживания ППП β_w (град), угол наклона СПП $\alpha_{СПП}$ (град), длина участка обезвоживания L_w (м).

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 $\alpha_{ППП}$ = 5 град., соотношение $L_{НПП}/L_{ППП}$ = 0,15; начальная скорость потока материала перед НПП U_n = 3,5 м/с, средний диаметр исходного рядового угля d_{cp} = 16,6 мм.

Підготовчі процеси збагачення

Исходя из вышеизложенного и используя данные [7] эффективности процессов грохочения E_T и обезвоживания E_o можно определить по критериальным уравнениям:

$$E_T = 13 \left(\frac{q_T}{\delta \sqrt{g d_{ц}}} \right)^{-2} \left(\frac{q_B H}{\delta_B d_{ц}} \right)^{0,5} \left(\frac{A_{III} w_{III}^2}{g} \right)^{1,8} \left(\frac{d_{cp} L_{KIII} L_w \sin \beta_w}{d_{ц}^3} \right)^2, \quad (1)$$

$$E_o = 20 \left(\frac{q_T}{\delta \sqrt{g d_{ц}}} \right)^{-2} \left(\frac{q_B H}{\delta_B d_{ц}} \right)^{1,8} \left(\frac{A_{III} w_{III}^2}{g} \right)^{1,5} \left(\frac{d_{cp} L_{KIII} L_w \sin \beta_w}{d_{ц}^3} \right)^2. \quad (2)$$

Исходя из условий экспериментальных исследований переменными параметрами являются q_T , q_B , H , A_{III} , w_{III} , L_{KIII} , β_w , L_w , что соответствует восьмифакторному эксперименту.

Нормированные значения независимых переменных параметров приведены в табл. 2, а матрица планирования восьмифакторного эксперимента в [2].

Таблица 2

Нормированные значения независимых переменных параметров

Параметры	Значения параметров		
	min	среднее	max
Удельная нагрузка q_T , т/ч·м ²	22	33	44
Удельный расход воды q_B , м ³ /т	0,9	1,2	1,5
Напор воды, H , м. вод. ст.	10	20	30
Амплитуда колебаний A_{III} , мм	4	5	6
Частота колебаний w_{III} , с ⁻¹	12,25	13,92	15,58
Длина КПП L_{KIII} , м	7,3	9,1	10,9
Угол наклона участка обезвоживания β_w , град.	10	15	20
Длина участка обезвоживания L_w , м	1,0	1,5	2,0

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

$$22 \leq q_T \leq 44 \text{ т/(ч·м}^2\text{)}; \quad 12,25 \leq w_{III} \leq 15,59;$$

$$0,6 \leq q_B \leq 1,0 \text{ м}^3\text{/т}; \quad 4,6 \leq L_{KIII} \leq 6,9;$$

$$10 \leq H \leq 30 \text{ м.вод.ст.}; \quad 10 \leq \beta_w \leq 20;$$

$$4 \leq A_{III} \leq 6 \text{ мм}; \quad 1,0 \leq L_w \leq 2,0.$$

Зависимость эффективности процесса от параметров гидромеханического грохочения

Зависимости эффективности процесса от удельной нагрузки, от эффективности процесса от удельного расхода воды, от напора воды H , от амплитуды и частоты колебаний ППП, от общей длины КПП и от длины участка обезвоживания ППП представлены на рис. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9.

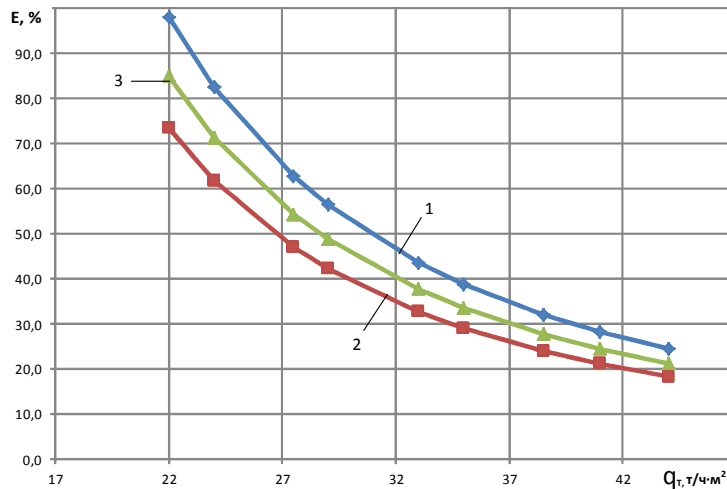


Рис. 2. Зависимость эффективности процесса от удельной нагрузки:
1 – E_r ; 2 – E_o ; 3 – $E_{ПМК}$

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

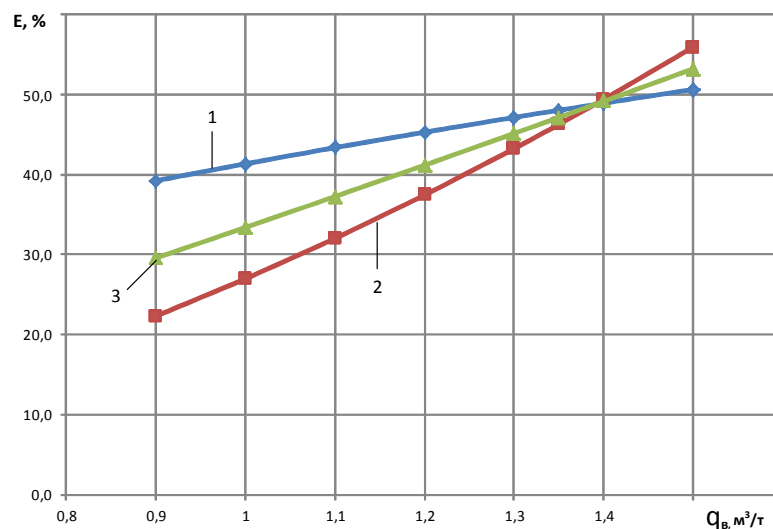


Рис. 3. Зависимость эффективности процесса от удельного расхода воды:
1 – E_r ; 2 – E_o ; 3 – $E_{ПМК}$

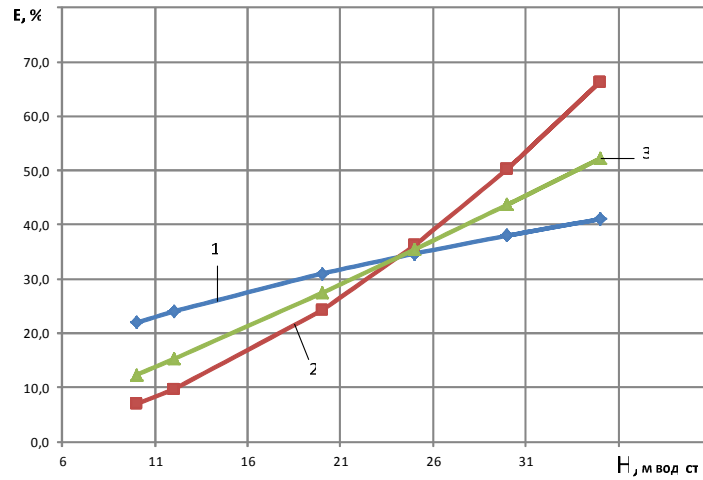


Рис. 4. Зависимость эффективности процесса от напора воды H (м. вод. ст.):
1 – E_T ; 2 – E_o ; 3 – $E_{ПМК}$

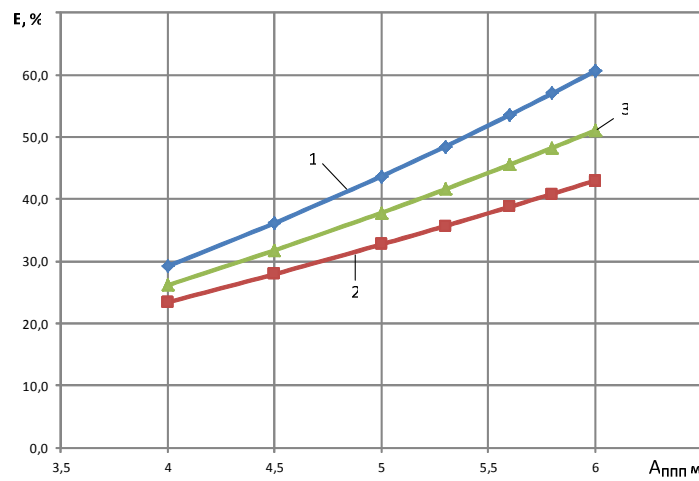


Рис. 5. Зависимость эффективности процесса от амплитуды колебаний ППП:
1 – E_T ; 2 – E_o ; 3 – $E_{ПМК}$

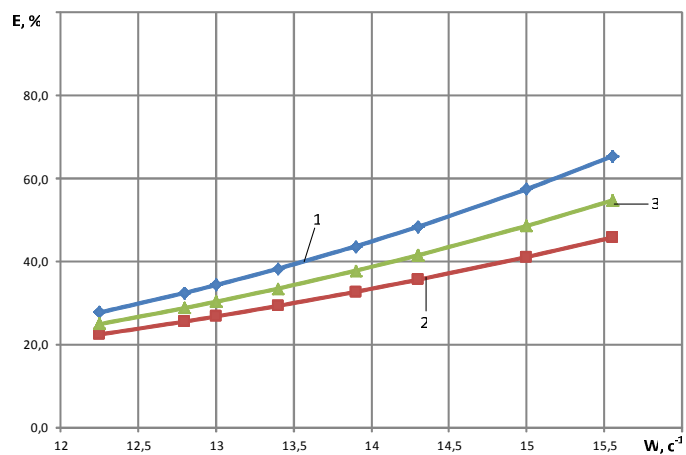


Рис. 6. Зависимость эффективности процесса от частоты колебаний ППП:
1 – E_T ; 2 – E_o ; 3 – $E_{ПМК}$

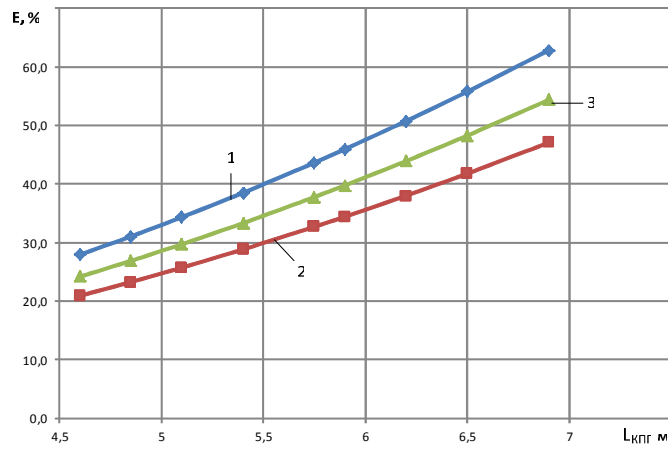


Рис. 7. Зависимость эффективности процесса от длины КПП:
1 – E_T ; 2 – E_o ; 3 – $E_{ПМК}$

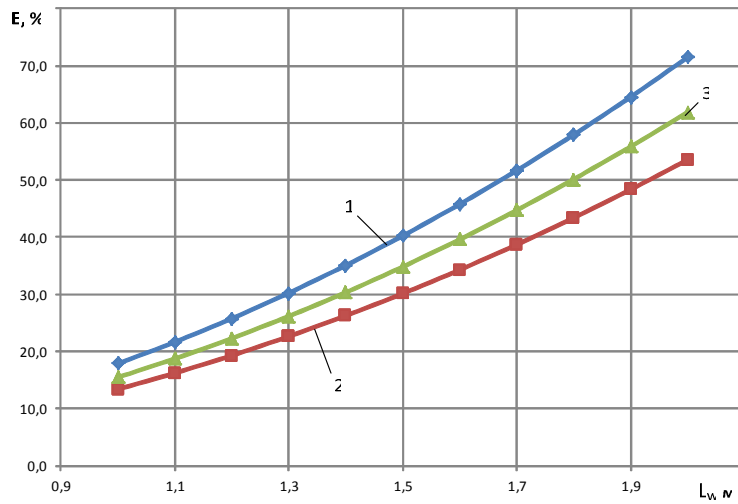


Рис. 8. Зависимость эффективности процесса от длины участка обезвоживания:
1 – E_T ; 2 – E_o ; 3 – $E_{ПМК}$

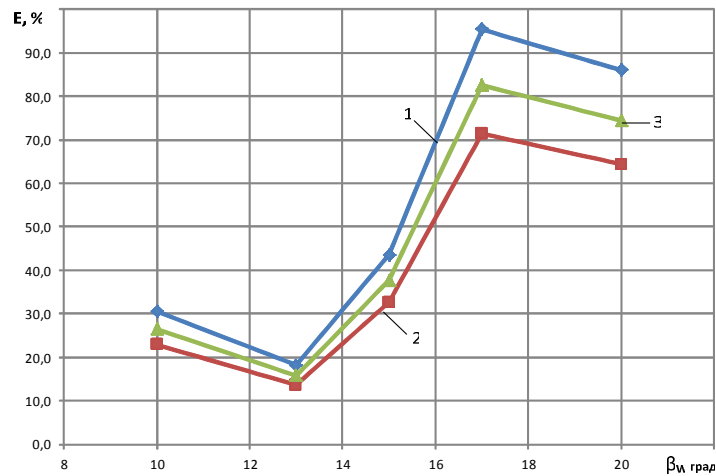


Рис. 9. Зависимость эффективности процесса от угла наклона участка обезвоживания ППП:
1 – E_T ; 2 – E_o ; 3 – $E_{ПМК}$

Підготовчі процеси збагачення

Из данных, представленных на рис. 3-8 следует, что зависимости эффективности процесса от напора воды H , от амплитуды и частоты колебаний ППП, от общей длины КПП и от длины участка обезвоживания ППП пропорционально возрастают.

Из анализа зависимости, приведенных на рис. 9, следует, что зависимость эффективности процесса от угла наклона участка обезвоживания ППП имеет вид сложной кривой, интервал наклона ППП с 10 до 14 градусов характеризуется высокой турбулентностью потока, встречающего препятствие. С дальнейшим повышением данного угла происходит ламинаризация потока, зависимость принимает вид, близкий к параболе с максимумом при угле в 17 градусов, при дальнейшем повышении угла наклона ППП происходит постепенная остановка движения потока.

Выводы

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

2. Установлено влияние технологических конструктивных гидромеханических и механических параметров процесса гидромеханического грохочения угля на комбинированной просеивающей поверхности конусно-прямоугольной формы на эффективность грохочения, относительную эффективность обезвоживания и эффективность подготовки крупного машинного класса перед его обогащением методом тяжелосредного обогащения.

3. Промышленные испытания экспериментального и опытного образцов гидрогрохота УМГ-2,5М показали возможность применения подобных аппаратов для подготовки крупного машинного класса перед его обогащением методом тяжелосредной сепарации в магнетитовой суспензии. Засорение надситного продукта составляет 5,5-9,9% (в т.ч. классах 0-1 мм 0,3-0,9%), влажность 6,0-8,5%. При этом эффективность грохочения составляет 96,2%, относительная эффективность обезвоживания 85,6%.

Список литературы

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. ... д-ра техн. наук. – Д.: ИГТМ НАН Украины. – 2011. – 523 с.

3. Keles S. Development of the Centribaric 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 // Уголь Украины. – 1999. – № 5. – С. 49-50.

5. Кирнарский А.С. Принцип однофункциональности разделительных процессов при

обогащении каменного угля // Уголь. – 2012. – № 5. – С. 92-94.

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

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

© Младецкий И.К., Полулях Д.А., 2017

*Надійшла до редколегії 13.02.2017 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*