

Підготовчі процеси збагачення

2. Пат. 88687 Україна, МПК (51) E21B 19/00. Бурова вишка та гідравлічний механізм подачі / В.Ф. Сірик, В.Л. Левін, В.Ф. Ганкевич, А.П. Дзюба; Нац. гірн. ун-т. – № а200711717; заявл. 23.10.2007; опубл. 10.11.2009, Бюл. № 21. – 6 с.: кресл.

3. Пашенко О.А. Шляхи підвищення надійності та ефективності бурового обладнання / О.А. Пашенко, В.Ф. Ганкевич, В.Я. Киба // Форум гірників – 2016: матеріали міжнар. конф., м. Дніпропетровськ, 5–6 жовт. 2016 р. – Дніпропетровськ, 2016. – С. 215-220

4. Калинин А.Г. Основы бурения нефтяных и газовых скважин / А.Г. Калинин, В.С. Литвиненко, А.И. Радин. – Санкт-Петербург: СПб, 1996. – С. 219

5. Пашенко О.А. Вплив вібрацій на буровий інструмент / О.А. Пашенко, В.Ф. Ганкевич, В.Я. Киба // Вібрації в техніці і технологіях: Всеукраїн. наук.-техн. журн. – 2015. – № 4(80). – С. 132–135.

6. Хорбенко И.Г. Звук, ультразвук, инфразвук. – М.: Знание, 1978. – 159 с.

© Ганкевич В.Ф., Пашенко О.А., Курнат Н.Л., Киба В.Я., 2018

Надійшла до редколегії 05.04.2018 р.

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.П. Надутим

УДК 622.7

Д.О. ПОЛУЛЯХ, канд. техн. наук

(Україна, Днепр, Государственное ВУЗ Национальный технический университет «Днепропетровская политехника»)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ИЗВЛЕЧЕНИЯ КЛАССОВ КРУПНОСТИ В ПОДСИТНЫЙ ПРОДУКТ ГРОХОТОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КРУПНОГО И МЕЛКОГО МАШИННЫХ КЛАССОВ ДЛЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ

Введение. Технологические показатели работы углеобогащительных фабрик в значительной мере зависят от эффективности подготовки машинных классов из рядового угля, определяющей его распределение по обогащательным процессам. Это распределение необходимо учитывать при расчете практического баланса продуктов обогащения угля и при расчетах качественно-количественных и водно-шламовых схем проектируемых или реконструируемых углеобогащительных фабрик.

Для их расчетов используются фактические данные работы фабрик на аналогичном сырье и оборудовании, нормы технологического проектирования углеобогащительных фабрик [1] и различная нормативная [2, 3] и научно-техническая литература [4-6]. Однако изменения качества угля в сторону увеличения количества породы, влажности и содержания мелких классов привело к старению ранее применяемых нормативов. Установление закономерности распределения классов крупности по продуктам распределения при подготовке машинных классов из рядового угля в сложившихся условиях является акту-

альной научно-производственной задачей, решение которой будет способствовать сближению проектных и фактических показателей обогащения угля.

Подготовка машинных классов на углеобогащительных фабриках в общем случае включает в себя три технологические операции: выделение сухого отсева, подготовка крупного машинного класса, подготовка мелкого машинного класса.

Первая технологическая операция осуществляется сухим грохочением, вторая – мокрым грохочением, третья – обесшламливанием. Принципы действия и технические характеристики оборудования, применяемого для рассматриваемых технологических операций изложены в [7-13] и в данной статье не рассматриваются.

Целью работы является определение коэффициентов извлечения классов крупности в подситный продукт грохотов при подготовке крупного и мелкого машинных классов для гравитационного обогащения углей.

Изложение основного материала. Для расчета показателей указанных технологических операций необходимо установить величины извлечений классов крупности исходного материала в подситный продукт и влажность надситного продукта. Эти величины определены на основе усредненных результатов балансов гранулометрического состава продуктов разделения, которые приведены в [14-21]. Нагрузки и режимные параметры оборудования соответствовали паспортным данным. При сухом подготовительном грохочении граничная крупность разделения составляла 50, 25, 13 и 6 мм, при мокром – 13 мм, при обесшламливании – 0,5; 1,0 и 2,0 мм.

Информация о выборке балансов гранулометрического состава, количестве фабрик и типа оборудования приведена в табл. 1.

Таблица 1

Информация о выборке

Технологическая операция	Характерный показатель	Оборудование	Количество фабрик, шт.	Количество балансов, шт.
Сухое подготовительное грохочение	$d_p = 50$ мм	ГЦЛ-1, ГЦЛ-3, ГИТ-51, ГИЛ-52, ГИСЛ-72	7	12
	$d_p = 25$ мм	ГИЛ-52А, ГВЧ-72, ГИЛ-52, ГИЛ-32, струнное сито	6	13
	$d_p = 13$ мм	ГСН-1, ГИЛ-52А, ГБК-1,7, ГИЛ-52, ГИСТ-72, ГЛС-5, ГИЛ-42, ГИСЛ-42, ГИСЛ-72	14	18
	$d_p = 6$ мм	Струнный грохот, ГИЛ-52, ГЭДП-52, ГИЛ-52А	4	19

Підготовчі процеси збагачення

Продолжение табл. 1

Технологическая операция	Характерный показатель	Оборудование	Количество фабрик, шт.	Количество балансов, шт.
Мокрое подготовительное грохочение по $d_p = 13$ мм	Виброгрохоты	Гіс-9,0, ГісМх-5,5, ГИСТ-72, ГВЧ, ГИСЛ-62, ГИСТ-72, ГісМх-6,0, ГИСЛ-72, ГИЛ-52, ГСЛ-62	12	22
	Агрегатная установка виброгрохотов	ГРД-72+ГРД-72; ГИСТ-72+ГИСТ-72; Tabor 6×20TMS+ +Tabor 6×20TMS; ГИСЛ-62УК+ГИСЛ-62УК	9	20
	Гидрогрохоты с прямоугольной формой просеивающей поверхности	ГГЛ-3, ГГЛ-1, ГГЛ-2, ГГН 2,7; ГГН-4,2; ГГН-5,5; «Дзержинец», ГГН-3,6; ГУ-3, «Луганец»	16	48
	Гидрогрохоты с конусной формой просеивающей поверхности	ГНК-1000, ГНК-600	3	9
	Агрегатная установка гидрогрохота с виброгрохотом	ГГУ+ГИСЛ-72; ГУ-1+ГСЛ-72; ГГН-4,2+ГИСТ-72; ГГН-2,7+ГИСТ-72; ГГ-5,5+ГИСЛ-62; КПУ-800+обезвоживатель; КПУ-800+ГИСЛ-62; ГУ-1+ГРД-72; ГУ-1+ГИСЛ-72 ГГЛ2+ГСЛ-72; АПУ+ДС; АПУ+ДС+СД; АПУ	6	-40
	Гидромеханические грохоты	УМГ-2,5; УМГ-2,5М; ГГКН-К-600; ГГК-1000	4	55
Обесшламливание мелкого машинного класса	Плоские сита	ГВНЗ-7,5×2; «Каскад»; НШС; ГДМ; ГДП-8,2ГСК-1,5	7	10
	Дуговые сита	УЗО-1; УЗО-3; УЗО-6	3	4
	Конусные сита	ГК-1,5; ГК-2; ГК-3; ГК-6; ГЦГД-2,5; ГЦГД-7,0; АГО-1,5-2000; ОСО-1600	14	35
	Вибросита	ВП-2; ГДП-8,2; Deisen SSB+Tabor 8×6 SD	3	4

Всего рассмотрено 309 балансов гранулометрического состава грохотов, работающих на 102 углеобогатительных фабриках.

Извлечение класса крупности в подситный продукт рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_{n.i} = \frac{\gamma_{n.u.i}}{\gamma_{u.i}}, \quad (1)$$

где $\gamma_{n.u.i}$ – выход (к исходному продукту) i класса крупности, перешедшего в подситный продукт, %; $\gamma_{u.i}$ – выход i класса крупности в исходном продукте, %.

Зольность классов крупности, перешедших в подситный продукт $A_{n.i}^d$, равна зольности соответствующим классам крупности в исходном продукте $A_{u.i}^d$, т.е.

$$A_{n.i}^d = A_{u.i}^d, \% \quad (2)$$

Коэффициент снижения влажности для надситного продукта $\varepsilon_{n.w}$

$$\varepsilon_{n.w} = \frac{W_n}{W_u}, \quad (3)$$

где W_n , W_u – влага соответственно надситного и исходного продуктов, %.

Определение показателей извлечения классов крупности в подситный продукт при сухом подготовительном грохочении угля приведено в табл. 2.

Таблица 2

Определение коэффициентов извлечения классов исходного материала в подситный продукт (ε_n) при сухом подготовительном грохочении угля

Крупность разделения, мм	Продукты	Показатели	Класс, мм							Итого
			+50	25-50	13-25	6-13	3-6	1-3	0-1	
50	Исходный	Выход к исходному, %	13,8	12,5	19,5	22,9	8,2	12,8	10,3	100,0
	Надситный	Выход к продукту, %	32,0	23,2	22,2	16,5	2,8	2,5	0,8	100,0
	Подситный	Выход к продукту, %	2,3	5,7	17,8	27,0	11,6	19,3	16,3	100,0
		Выход к исходному, %	1,4	3,5	10,9	16,5	7,1	11,8	10,0	61,2
		ε_n расчет., д.ед.	0,10	0,28	0,56	0,72	0,87	0,92	0,97	
	ε_n , д.ед.	0,10	0,30	0,55	0,70	0,85	0,90	0,95		
25	Исходный	Выход к исходному, %	13,6	16,1	20,8	23,3	7,6	11,5	7,1	100,0
	Надситный	Выход к продукту, %	21,9	25,1	24,5	20,6	3,7	3,2	1,0	100,0
	Подситный	Выход к продукту, %	–	1,3	14,8	27,7	14,0	25,1	17,1	100,0
		Выход к исходному, %	–	0,5	5,6	10,5	5,3	9,5	6,5	37,9
		ε_n расчет., д.ед.	0	0,03	0,27	0,45	0,70	0,83	0,91	
	ε_n , д.ед.	0	0,05	0,25	0,45	0,70	0,85	0,90		

Крупность разделения, мм	Продукты	Показатели	Класс, мм							
			+50	25-50	13-25	6-13	3-6	1-3	0-1	Итого
13	Исходный	Выход к исходному, %	7,0	10,1	20,0	18,7	14,7	15,1	14,4	100,0
	Надситный	Выход к продукту, %	9,9	14,3	27,5	21,2	12,5	9,5	5,1	100,0
	Подситный	Выход к продукту, %	–	–	2,0	12,6	20,1	28,6	36,7	100,0
		Выход к исходному, %	–	–	0,6	3,7	5,9	8,4	10,8	29,4
		ϵ_n расчет., д.ед.	0	0	0,03	0,20	0,40	0,56	0,75	
	ϵ_n , д.ед.	0	0	0,05	0,20	0,40	0,55	0,75		
6	Исходный	Выход к исходному, %	10,8	7,9	15,5	14,9	19,1	18,8	13,0	100,0
	Надситный	Выход к продукту, %	12,9	9,5	18,6	16,9	18,3	14,6	9,2	100,0
	Подситный	Выход к продукту, %	–	–	–	4,8	23,0	40,0	32,2	100,0
		Выход к исходному, %	–	–	–	0,8	3,8	6,6	5,3	16,5
		ϵ_n расчет., д.ед.	0	0	0	0,05	0,20	0,35	0,41	
	ϵ_n , д.ед.	0	0	0	0,05	0,20	0,35	0,40		

На рис. 1 приведены зависимости коэффициентов извлечения классов крупности в подситный продукт для граничной крупности 50, 25, 13 и 6 мм, из которых следует, что с увеличением размера отверстий рабочей поверхности грохотов эти коэффициенты возрастают. Кроме того, со снижением граничной крупности разделения выход подситного продукта резко уменьшается. При данных крупностях разделения разница между выходами подситных продуктов смежных сит в среднем составляет 10% (абсолютных).

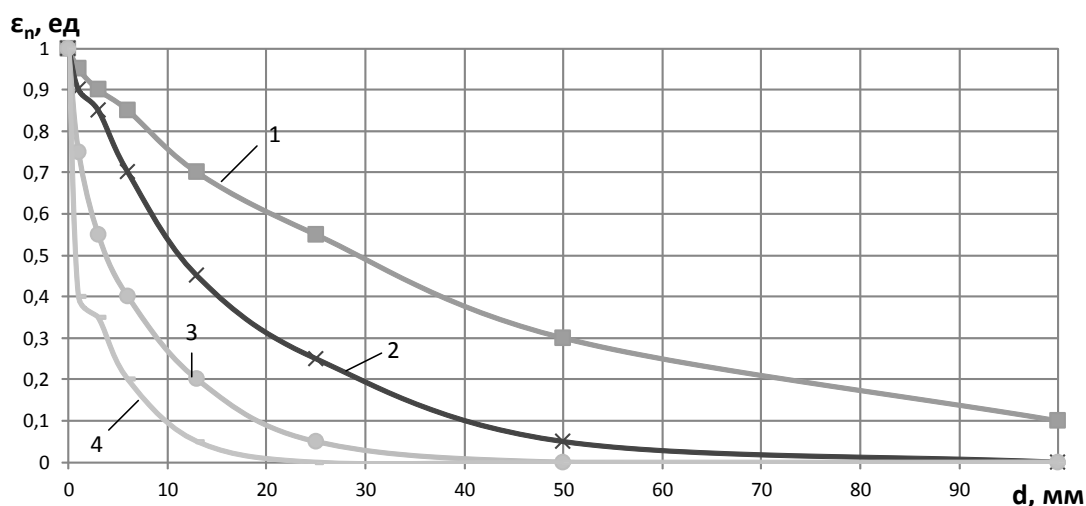


Рис. 1. Зависимость $\epsilon_n = f(d_p)$ при различных крупностях разделения:

- 1 – по 50 мм; 2 – по 25 мм;
- 3 – по 13 мм; 4 – по 6 мм

Расчет коэффициента снижения влажности для надситного продукта $\varepsilon_{н.в}$, производимого по формуле (3) приведен в табл. 3. Из приведенных данных следует, что со снижением граничной крупности разделения, влажность надситного продукта в сравнении с влажностью исходного материала уменьшается за счет выделения наиболее влажных классов крупности.

Выполненные исследования позволяют сделать вывод, что при сухом подготовительном грохочении, уменьшение или увеличение крупности разделения в 2 раза приводит, соответственно, к снижению или росту выхода подситного продукта на 10% абсолютных.

Таблица 3

Определение коэффициента снижения влажности для надситного продукта (K_w) при сухом подготовительном грохочении угля

Продукты	Показатели	Крупность разделения, мм			
		50	25	13	6
Исходный	W_u , %	6,1	6,2	7,2	6,4
Надситный	W_n , %	5,7	5,7	6,5	5,4
	$\varepsilon_{н.в}$, д.ед.	0,94	0,92	0,90	0,85

Определение показателя извлечения классов крупности в подситный продукт при мокром подготовительном грохочении приведено в табл. 4.

На рис. 2 приведены зависимости коэффициентов извлечения классов крупности в подситный продукт для граничной крупности разделения 13 мм на различном оборудовании, применяемом для мокрого подготовительного грохочения, из которых следует, что наименьшее засорение подситного продукта имеет место на гидромеханических грохотах. Из табл. 4 также следует, что на гидромеханических грохотах достигается наименьшая влажность надситного продукта.

Таблица 4

Расчет показателей извлечения классов крупности в подситный продукт при мокром подготовительном грохочении рядового угля

Продукты	Показатели	Класс крупности, мм								Влажность надситного продукта, %
		+50	25-50	13-25	6-13	3-6	1-3	0-1	Итого	
<i>Виброгрохоты</i>										
Исходный	Выход к исходному, %	6,4	14,4	13,4	14,9	11,7	13,5	25,7	100,0	12,4
Надситный	Выход к продукту, %	18,4	38,6	25,1	8,6	3,8	2,3	3,2	100,0	
Подситный	Выход к продукту, %	0	1,5	7,2	18,2	15,9	19,5	37,7	100,0	
	Выход к исходному, %	0	1,0	4,7	11,9	10,4	12,7	24,6	65,3	
	ε_n расчетное, д.ед.	0	0,07	0,35	0,80	0,89	0,94	0,96		
	ε_n , д.ед.	0	0,05	0,35	0,80	0,90	0,94	0,96		

Підготовчі процеси збагачення

Продолжение табл. 4

Продукты	Показатели	Класс крупности, мм								Влажность надситного продукта, %
		+50	25-50	13-25	6-13	3-6	1-3	0-1	Итого	
<i>Агрегатная установка виброгрохотов</i>										
Исходный	Выход к исходному, %	10,1	14,0	14,8	20,1	12,1	12,9	16,0	100,0	9,8
Надситный	Выход к продукту, %	23,3	32,3	31,4	8,6	2,3	1,4	0,7	100,0	
Подситный	Выход к продукту, %	0	0	2,1	28,9	19,6	21,7	27,7	100,0	
	Выход к исходному, %	0	0	1,2	16,4	11,1	12,3	15,7	56,7	
	ϵ_n расчетное, д.ед.	0	0	0,08	0,81	0,92	0,95	0,98		
	ϵ_n , д.ед.	0	0	0,10	0,80	0,90	0,95	0,98		
<i>Гидрогрохоты с прямоугольной формой просеивающей поверхности</i>										
Исходный	Выход к исходному, %	6,5	13,8	16,4	16,1	14,2	15,5	17,5	100,0	24,3
Надситный	Выход к продукту, %	15,2	32,2	31,1	12,8	4,0	2,6	2,1	100,0	
Подситный	Выход к продукту, %	0	0	5,4	18,5	21,9	25,2	29,0	100,0	
	Выход к исходному, %	0	0	3,1	10,6	12,5	14,4	16,6	57,2	
	ϵ_n расчетное, д.ед.	0	0	0,19	0,66	0,88	0,93	0,95		
	ϵ_n , д.ед.	0	0	0,20	0,65	0,90	0,93	0,95		
<i>Гидрогрохоты с конусной формой просеивающей поверхности</i>										
Исходный	Выход к исходному, %	0,6	10,2	13,2	13,7	12,9	21,1	28,3	100,0	10,2
Надситный	Выход к продукту, %	2,4	41,0	45,4	6,4	2,0	1,6	1,2	100,0	
Подситный	Выход к продукту, %	0	0	2,5	16,1	16,5	27,6	37,3	100,0	
	Выход к исходному, %	0	0	1,9	12,1	12,4	20,7	28,0	75,1	
	ϵ_n расчетное, д.ед.	0	0	0,14	0,88	0,96	0,98	0,99		
	ϵ_n , д.ед.	0	0	0,15	0,90	0,95	0,98	0,99		
<i>Агрегатная установка гидрогрохотов с вибрационными грохотами</i>										
Исходный	Выход к исходному, %	4,2	14,6	14,0	16,8	13,6	16,8	20,0	100,0	10,8
Надситный	Выход к продукту, %	13,1	45,3	31,4	6,5	1,6	0,9	1,2	100,0	
Подситный	Выход к продукту, %	0	0	5,7	21,7	19,3	24,3	29,1	100,0	
	Выход к исходному, %	0	0	3,9	14,7	13,1	16,5	19,6	67,8	
	ϵ_n расчетное, д.ед.	0	0	0,28	0,86	0,96	0,98	0,98		
	ϵ_n , д.ед.	0	0	0,30	0,85	0,95	0,98	0,98		
<i>Гидромеханические грохоты</i>										
Исходный	Выход к исходному, %	2,2	8,7	14,5	15,0	12,7	19,3	27,6	100,0	7,8
Надситный	Выход к продукту, %	8,0	31,6	49,1	8,0	1,5	0,7	1,1	100,0	
Подситный	Выход к продукту, %	0	0	1,4	17,6	17,0	26,4	37,6	100,0	
	Выход к исходному, %	0	0	1,0	12,8	12,3	19,1	27,3	72,5	
	ϵ_n расчетное, д.ед.	0	0	0,07	0,85	0,97	0,99	0,99		
	ϵ_n , д.ед.	0	0	0,05	0,85	0,95	0,99	0,99		

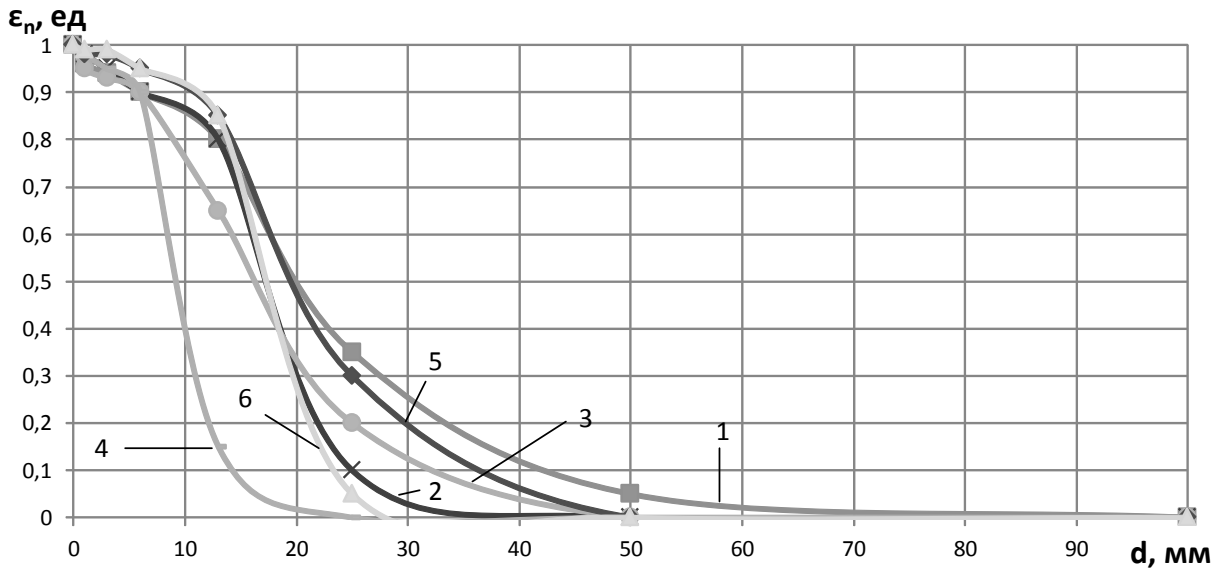


Рис. 2. Зависимость $\varepsilon_n = f(d_p)$ для граничной крупности разделения 13 мм на различном оборудовании для мокрого подготовительного грохочения:
 1 – виброгрохоты; 2 – агрегатная установка виброгрохотов;
 3 – гидрогрохоты с прямоугольной формой просеивающей поверхности;
 4 – гидрогрохоты с конусной формой просеивающей поверхности;
 5 – агрегатная установка гидрогрохотов с вибрационными грохотами, 6 – гидромеханические грохоты

Определение показателей извлечения классов крупности в подситный продукт при обесшламливании мелкого машинного класса приведено в табл. 5.

Таблица 5

Расчет показателей извлечения классов крупности в подситный продукт при обесшламливании мелкого машинного класса

Крупность разделения, мм	Продукты	Показатели	Класс, мм							Влажность надситного продукта, %	
			13-25	6-13	3-6	1-3	0,5-1	0,25-0,5	0-0,25		Итого
0,5	Исходный	Выход к исходному, %	3,3	20,3	17,9	17,5	13,1	11,4	16,5	100,0	40,0
	Надситный	Выход к продукту, %	4,2	26,0	22,9	22,3	13,5	6,8	4,3	100,0	
	Подситный	Выход к продукту, %	0	0	0	0,4	11,8	27,8	60,0	100,0	
		Выход к исходному, %	0	0	0	0,09	2,57	6,06	13,08	21,8	
		ε_n расчет., д.ед.	0	0	0	0,005	0,196	0,532	0,794		
		ε_n , д.ед.	0	0	0	0,01	0,20	0,55	0,80		

1,0	Исходный	Выход к исходному, %	7,8	17,4	18,1	22,0	11,1	11,1	12,5	100,0	35,0
	Надситный	Выход к продукту, %	10,7	23,9	24,6	25,4	8,3	4,6	2,5	100,0	
	Подситный	Выход к продукту, %	0	0	0,6	12,9	18,7	28,6	39,2	100,0	
		Выход к исходному, %	0	0	0,16	3,52	5,09	7,77	10,66	27,2	
		ϵ_n расчет., д.ед.	0	0	0,009	0,160	0,458	0,700	0,853		
		ϵ_n , д.ед.	0	0	0,01	0,15	0,45	0,70	0,85		
2,0	Исходный	Выход к исходному, %	6,7	18,6	13,4	23,4	12,1	10,8	15,0	100,0	25,0
	Надситный	Выход к продукту, %	10,7	29,6	19,1	28,0	6,8	3,5	2,3	100,0	
	Подситный	Выход к продукту, %	0	0,4	3,9	15,6	21,0	23,0	36,3	100,0	
		Выход к исходному, %	0	0,15	1,46	5,85	7,87	8,63	13,54	37,5	
		ϵ_n расчет., д.ед.	0	0,008	0,109	0,250	0,651	0,799	0,903		
		ϵ_n , д.ед.	0	0,01	0,10	0,25	0,65	0,80	0,90		

Из табл. 5 следует, что с увеличением крупности обесшламливания влажность надситного продукта уменьшается.

На рис. 3 приведены зависимости коэффициентов извлечения классов крупности в подситный продукт при крупности обесшламливания 0,5; 1,0 и 2,0 мм, из которых следует, что с увеличением крупности обесшламливания величина коэффициента извлечения возрастает.

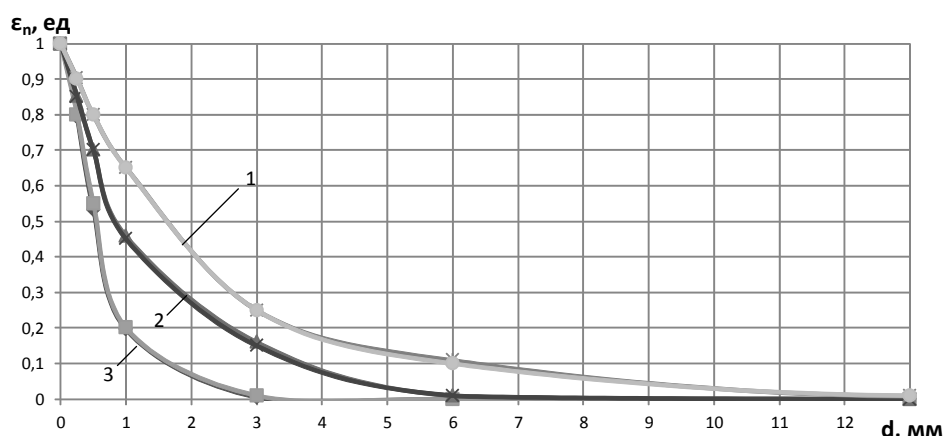


Рис. 3. Зависимость $\epsilon_n = f(d_p)$ при обесшламливании

мелкого машинного класса:

1 – по 2 мм; 2 – по 1,0 мм; 3 – по 0,5 мм

Выводы

1. Установлены показатели извлечения классов крупности рядового угля в подситный продукт при сухом и мокром подготовительном грохочении рядового угля и обесшламливания мелкого машинного класса.
2. Определено значение усредненной влажности надситных продуктов рассматриваемого оборудования.
3. Установлено, что при сухом подготовительном грохочении уменьшение или увеличение крупности разделения в 2 раза приводит соответственно к снижению или росту выхода подситного продукта на 10% абсолютных.

Список литературы

1. Нормы технологического проектирования углеобогачительных фабрик ВНТПЗ-94. – Харьков: Южгипрошахт, 1993. – 156 с.
2. СОУ 10.1.00185755:002-2004 Вугільні продукти збагачення. Методика розрахунку показників якості. – К.: Мінпаливенерго України, 2004. – 46 с.
3. РД 03-306-99 Инструкция по определению и нормированию потерь угля (сланца) при переработке. – М.: Госгортехнадзор России. – 1999. – 34 с.
4. Полулях А.Д. Практикум по расчетам качественно-количественных и водно-шламовых схем углеобогачительных фабрик: Учебн. пособие / А.Д. Полулях, П.И. Пилов, А.И. Егурнов. – Д.: Национальный горный университет, 2007. – 504 с.
5. Полулях А.Д. Практикум по технико-экологическому инжинирингу при обогащении полезных ископаемых: Учебное пособие / А.Д. Полулях, П.И. Пилов, А.И. Егурнов, Д.А. Полулях. – Д.: НГУ, 2011. – 89 с.
6. Полулях А.Д. Практикум по расчету норм показателей качеств угля, добываемого шахтами: Учебное пособие / А.Д. Полулях, Д.А. Полулях. – Д.: НГУ, 2016. – 144 с.
7. Справочник по обогащению углей / Под ред. И.С. Благова, А.М. Коткина, И.С. Зарубина. – М.: Недра, 1984. – 614 с.
8. Техника и технология обогащения углей / Под ред. В.А. Чантурия, А.Р. Молявко. – М.: Наука, 1995. – 622 с.
9. Андреев Е.Е. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: Учебник / Е.Е. Андреев, О.Н. Тихонов. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный горный институт (Технический университет), 2007. – 429 с.
10. Жовтюк Г.В. Опыт применения конических грохотов на углеобогачительных фабриках Донбасса / Г.В. Жовтюк, Т.Г. Фоменко, В.С. Бутовецкий, К.А. Соснов. – М.: ЦНИЭИ-уголь, 1979. – 20 с.
11. Булава Ю.И. Гидрогрохочение и обесшламливание при обогащении углей / Ю.И. Булава, А.Д. Полулях. – Днепропетровск: Полиграфист, 2000 – 175 с.
12. Полулях А.Д. Гидрогрохочение углей: Монография / А.Д. Полулях. – Д.: ПП Шевелев Е.А., 2010. – 326 с.
13. Полулях А.Д. Грохочение угля: Монография / А.Д. Полулях, Д.А. Полулях. – Днепро: НГУ, 2017. – 352 с.
14. Полулях А.Д. Распределение классов крупности при сухом подготовительном грохочении угля / А.Д. Полулях, А.М. Берлин, О.В. Полулях // Збагачення корисних копалин: наук.-техн. зб. – 2017. – Вип. 66(107). – С. 64-73.
15. Полулях А.Д. Распределение классов крупности при мокром подготовительном грохочении угля на виброгрохотах / А.Д. Полулях, Д.А. Полулях // Вибрации в технике и технологиях. – 2017. – № 3(86). – С. 102-109.
16. Полулях А.Д. Распределение классов крупности при гидрогрохочении рядового уг-

Підготовчі процеси збагачення

ля / А.Д. Полулях, Д.А. Полулях // Збагачення корисних копалин: наук.-техн. зб., 2017. – Вип. 66(107). – С. 48-56.

17. Полулях А.Д. Распределение классов крупности при мокром подготовительном грохочении угля на агрегатной установке гидрогрохотов с вибрационными грохотами / А.Д. Полулях, Д.А. Полулях // Геомеханика: науч.-техн. сб. ИГТМ. – 2018. – № 138. – С. 212-217.

18. Полулях Д.А. Распределение классов крупности при гидромеханическом грохочении рядового угля / Д.А. Полулях // Вибрации в технике и технологиях. – 2017. – № 4(87). – С.76-81.

19. Полулях А.Д. Распределение классов крупности при обесшламливании мелкого машинного класса / А.Д. Полулях, О.В. Полулях // Збагачення корисних копалин: наук.-техн. зб., 2017. – № 66(107). – С. 56-64.

20. Полулях А.Д. Распределение классов крупности при подготовке машинных классов из рядового угля сухим способом / А.Д. Полулях, А.М. Берлин, О.В. Полулях // Уголь Украины, 2017. – № 9-10. – С. 65-67.

21. Полулях А.Д. Распределение классов крупности при подготовке машинных классов из рядового угля мокрым способом / А.Д. Полулях, Д.А. Полулях // Уголь Украины. 2017. – № 11-12. – С. 60-62.

© Полулях Д.А., 2018

*Надійшла до редколегії 15.04.2018 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*