

## Загальні питання технології збагачення

качественных показателей концентрата от изменчивости показателей входного потока руды.

Обычно с увеличением  $\omega$  величина  $A_1(\omega)$  уменьшается и при  $\omega \rightarrow \infty$ ,  $A_1(\omega) \rightarrow 0$ . Таким образом, если показатель качества руда на входе технологии изменяется с некоторой частотой  $\omega$ , то это уменьшает возможное значение качества концентрата. Когда технологический блок производительностью 100 т/ч состоит измельницы  $3 \times 3,5$ , м двухспирального классификатора и сепаратора ПБМ, то частота  $3 \text{ ч}^{-1}$  начинает существенно влиять на содержание ценного компонента в обогащенном продукте.

### Список литературы

1. **Марюта А.Н.** Автоматическая оптимизация обогатительных процессов на магнитообогатительных фабриках. – М.: Недра, 1976. – 376 с.
2. **Кармазин В.В., Младецкий И.К., Пилов П.И.** Технологические расчеты показателей обогащения полезных ископаемых. – М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та. – 2005. – 225 с.
3. **Иванов А.А.** Теория автоматического управления и регулирования. – М.: Недра, 1970. – 476 с.
4. **Пилов П.И.** Особенности мокрой магнитной сепарации флокулирующих материалов. // Горн. информ.-аналит. бюл. – 1995. – Вып.6. – С. 62–63.

© Младецкий И.К., Пилов П.И., 2006

*Надійшла до редколегії 21.04.2006 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. В.П. Франчу ком*

УДК 622.7

### **О.В. ИЩЕНКО**

(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

## **ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР ДИАПАЗОНОВ КРУПНОСТИ МАШИННЫХ КЛАССОВ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ УГЛЯ**

Анализ угольной промышленности Украины за последние годы показывает увеличение зольности рядового угля до 35–45%, а в некоторых случаях и более. Так же еще одной из проблем является распространение павлоградских углей по ОФ Украины, с наличием в них глинистых вмещающих пород, которые размокают, ухудшая показатели всех технологических процессов. Особенно это влияет на обогащение, классификацию и обезвоживание мелких классов угля.

Проведенные опыты по определению скоростей падения угольных частиц показали, что с увеличением количества илов скорость падения угольных частиц уменьшается. Что подтверждает не только общеизвестные принципы, но

## Загальні питання технології збагачення

и влияет на разделение. Нами проделан расчет по уже известным формулам: Фоменко, Стокса, Алена, Лященко, Риттингера. Анализируя результаты, можно сделать выводы, что наиболее близкие значения к опытным данным получились при расчете по методу Фоменко и Лященко, что видно из графиков (рис 1,2).

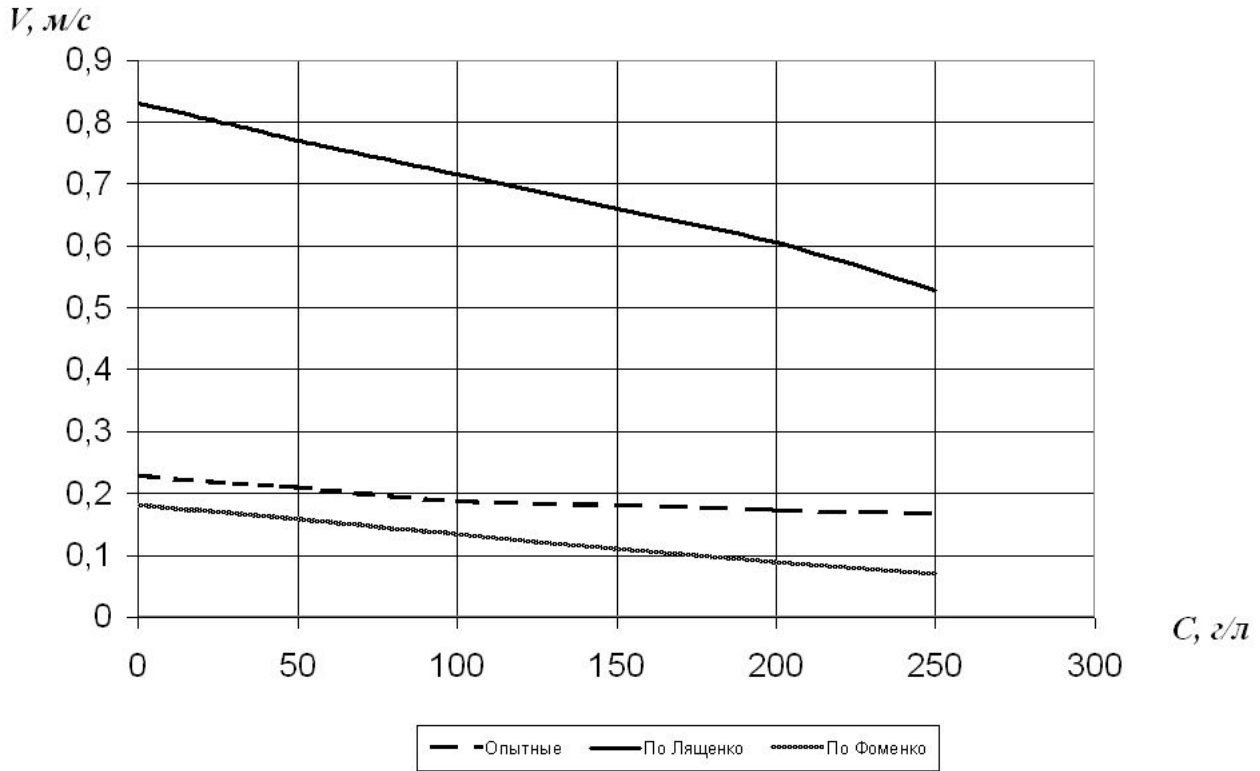


Рис. 1. Зависимости скорости падения угольных частиц от количества твердого в воде

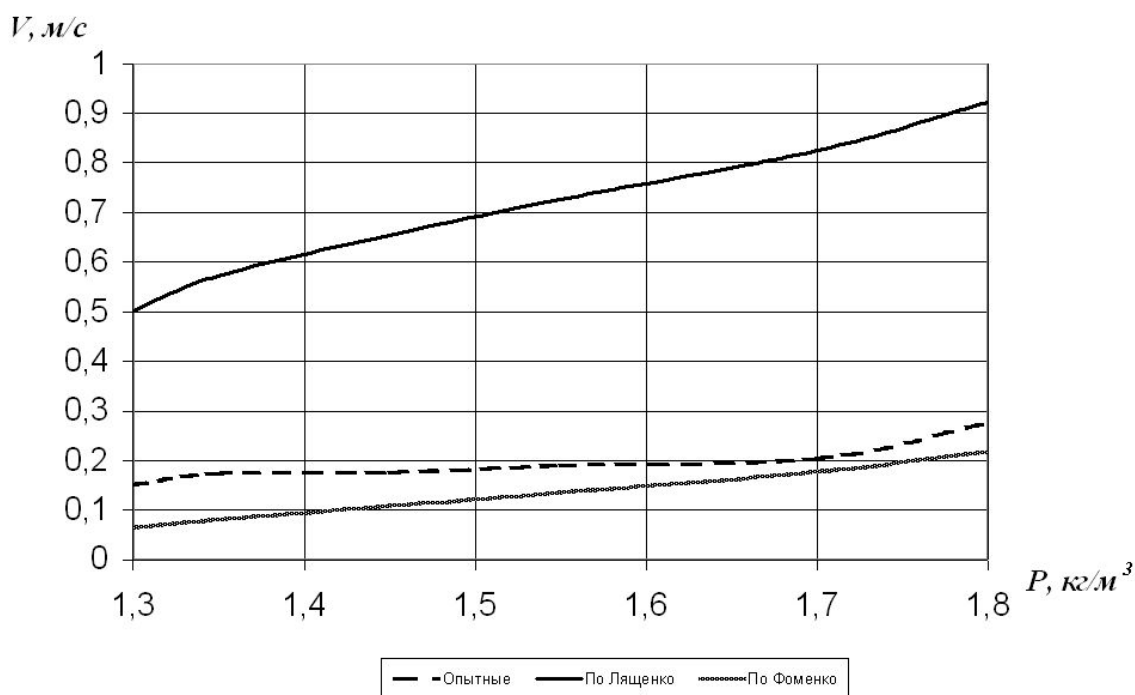


Рис. 2. Залежності швидкості падіння вугільних частинок від щільності

Из приведенного видно, что предпочтительнее, для расчетов скоростей падения зерен, использовать формулу Фоменко, так как разница между опытными и расчетными значениями с использованием формулы Фоменко наименьшая (табл. 1).

Формула Фоменко:

$$V_0 = kg \frac{(\delta - \Delta)d\lambda}{\mu} ; \text{ м/с}$$

где  $\lambda$  – толщина пограничного слоя;  $k$  – поправочный коэффициент;  $g$  – скорость свободного падения,  $9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $\mu$  – вязкость жидкости,  $\text{Н} \cdot \text{сек/м}^2$ ;  $\Delta$  – плотность жидкости,  $\text{кг/м}^3$ ;  $d$  – диаметр зерна, м;  $\delta$  – плотность зерна,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\lambda$  и  $k$  – зависят от диаметра и скорости падения зерна кварца.

Так как разница между опытными и расчетными значениями с использованием формулы Фоменко наименьшая (табл. 1).

Таблица 1

Плотность зерна	Количество твердого в воде, г/л						
	0	30	50	100	150	200	250
1,3	0,070	0,066	0,067	0,082	0,095	0,107	0,119
1,3–1,4	0,071	0,078	0,083	0,084	0,098	0,11	0,123
1,4–1,5	0,042	0,051	0,057	0,058	0,073	0,087	0,103

## Загальні питання технології збагачення

1,5–1,6	0,032	0,035	0,035	0,043	0,062	0,077	0,095
1,6–1,8	0,005	0,008	0,008	0,009	0,032	0,05	0,071
+1,8	0,063	0,05	0,055	0,042	0,055	0,063	0,072
Среднее	0,0472	0,048	0,0508	0,053	0,0692	0,082	0,097

Поэтому для получения более близких, к опытным, результатов нужно ввести в формулу Фоменко поправочный коэффициент  $l$ , который будет учитывать влияние содержания илов на скорость падения частиц. И тогда скорректированная формула Фоменко примет вид:

$$V_0 = kg \frac{(\delta - \Delta)d\lambda}{\mu} + l \quad ; \text{ м/с}$$

где  $l$  – поправочный коэффициент учитывающий влияние содержания илов.

Наличие илов меняет скорости движения частиц в суспензиях и влияет так же и на диапазон границ машинных классов.

Создавая шкалу классификации, с более узкими машинными классами, в первую очередь необходимо определить нижнюю границу крупности гравитационного обогащения. Определить ее можно исходя из разделительной способности флотации.

Руководствуясь данными гранулометрического состава отходов флотации коксовых фабрик Украины, можно прийти к выводу, что наиболее эффективно флотация работает на машинном классе с верхней границей крупности 0,25-0,5мм. Классы большей крупности флотируются с меньшей эффективностью и имеют в отходах значительные потери горючей массы.

Таким образом целесообразно принять верхний предел флотационного обогащения равным:  $d = (0,25 + 0,5)/2 = 0,375$  мм. Этот предел будет также являться нижним пределом крупности угля при гравитационном методе обогащения.

Практически же, любой машинный класс имеет верхнюю и нижнюю границы крупности, которые обосновываются скоростями падения согласно закону равнопадаемости.

Алгоритм определения диапазонов крупности машинных классов углявключает в себя:

1.Определение скорости падения породного зерна.

2.Руководствуясь законом равнопадаемости, что равнопадающими называются такие минеральные зерна, которые при разной плотности обладают одинаковой конечной скоростью падения в одной и той же среде, приравниваем скорости падения породного зерна и угольного.

3.Находим диаметр угольного зерна. Этот диаметр и будет являться верхней границей данного диапазона крупности машинного класса.

4.Принимаем полученный диаметр зерна как диаметр породной частицы и

## Загальні питання технології збагачення

проводим расчет заново, таким образом, определяется следующий диапазон крупности машинного класса.

В табл. 2 приведены полученные расчетным путем по формулам: Стокса, Алена, Лященко, Риттингера, Фоменко, Автора диапазоны машинных классов для ЦОФ "Чумаковская" шахты "Красноармейская-Западная №1, уголь марки "К".

Таблица 2

Методы								
Фоменко			Стокса			Алена		
№	Класс, мм	γ, %	№	Класс, мм	γ, %	№	Класс, мм	γ, %
1	-0,375	14,3	1	-0,375	14,3	1	-0,375	14,3
2	0,375-0,577	3,2	2	0,375-0,658	3,5	2	0,375-0,794	4,9
3	0,577-0,888	6,0	3	0,658-1,157	9,7	3	0,794-1,682	13,8
4	0,888-1,368	7,5	4	1,157-2,032	11,5	4	1,682-3,564	20,0
5	1,368-2,107	11,0	5	2,032-3,569	15,2	5	3,564-7,553	13,2
6	2,107-3,246	11,2	6	3,569-6,269	10,6	6	7,553-16,008	10,4
7	3,246-5,001	9,1	7	6,269-11,012	7,0	7	16,008-33,928	13,6
8	5,001-7,705	5,5	8	11,012-19,343	11,2	8	33,928-71,91	8,3
9	7,705-11,871	5,9	9	19,343-33,978	8,0	9	71,91-152,413	1,5
10	11,871-18,29	9,5	10	33,978-59,686	6,4		Итого	100
11	18,29-28,18	6,3	11	59,686-104,84	2,6			
12	28,18-43,418	4,7		Итого	100			
13	43,418-66,895	4,8						
14	66,895-103,06	1,0						
	Итого	100						

*Продолжение табл. 2*

Лященко			Автора			Риттингера		
№	Класс, мм	γ, %	№	Класс, мм	γ, %	№	Класс, мм	γ, %
1	-0,375	14,3	1	-0,375	14,3	1	-0,375	14,3
2	0,375-1,5	13,0	2	0,375-1,428	22,7	2	0,375-1,157	7,2
3	1,5-8,3	37,7	3	1,428-3,30	20,5	3	1,157-3,57	29,1
4	8,3-67	29,8	4	3,30-6,60	10,5	4	3,57-11,015	18,9
5	67-186	5,2	5	6,60-12,59	7,5	5	11,015-33,988	19,6
	Итого	100	6	12,59-22,35	13,0	6	33,988-104,87	10,9
			7	22,35-38,00	7,0		Итого	100
			8	38,00-62,83	3,5			
			9	+62,83	1,0			
				Итого	100			

Выход диапазонов машинных классов определяется по кривой рисунка,

## Загальні питання технології збагачення

построенной на основании данных гранулометрического состава ЦОФ "Чумаковская" шахты "Красноармейская-Западная №1, уголь марки "К". (табл. 3).

Таблица 3

Класс, мм	$\gamma$ , %	$\gamma$ по "-", %
50-100	5,31	100,0
25-50	7,34	94,69
13-25	11,39	87,35
10-13	5,35	75,96
6-10	6,42	70,61
3-6	17,45	64,19
1-3	23,20	46,74
0,5-1	11,88	23,54
0-0,5	11,66	11,66
Итого	100,0	

Объединим некоторые машинные классы, тем самым уменьшив их количество и подсчитаем выхода (табл. 4). Руководствуясь ГОСТом, определяющим стандартный размер сит, для не шламового продукта (т.е. +4 мм) и используя шпальтовые сита, для шламового продукта (т. е. –4 мм). А также исходя из практических данных Укрнииуглеобогащения, о том что выход машинных классов при котором появляется экономическая целесообразность его отдельного обогащения составляет: не менее 15 % для не шламового продукта и не менее 5% для шламового продукта.

Таблица 4

Методы											
Фоменко				Стокса				Алена			
№	d отв. сита	Класс, мм	$\gamma$ , %	№	d отв. сита	Класс, мм	$\gamma$ , %	№	d отв. сита	Класс, мм	$\gamma$ , %
1.	10	+11,87	26,3	1.	10	+11,01	28,2	1.	15	+16,0	23,4
2.	3,3	3,25-11,87	20,5	2.	3,6	3,57-11,01	17,6	2.	3,6	3,56-16,0	23,6
3.	2,1	2,11-3,25	11,2	3.	2,0	2,03-3,57	15,2	3.	1,7	1,68-3,56	20,0
4.	1,4	1,37-2,11	11,0	4.	1,2	1,16-2,03	11,5	4.	0,4	0,4-1,68	18,7
5.	0,9	0,89-1,37	7,5	5.	0,4	0,4-1,16	13,2	5.		-0,4	14,3
6.	0,4	0,4-0,89	9,2	6.		-0,4	14,3			Итого	100
7.		-0,4	14,3			Итого	100				
Итого			100								

*Продолжение табл. 4*

Методы											
Лященко				Автора				Риттингера			
№	d отв. сита	Класс, мм	$\gamma$ , %	№	d отв. сита	Класс, мм	$\gamma$ , %	№	d отв. сита	Класс, мм	$\gamma$ , %
1.	8	+8,3	35,0	1.	13	+12,6	24,5	1.	10	+11,0	30,5
2.	1,5	1,5-8,3	37,7	2.	3,3	3,3-12,6	18,0	2.	3,6	3,57-11,0	18,9
3.	0,4	0,4-1,5	13,0	3.	1,4	1,43-3,3	20,5	3.	1,2	1,16-3,57	29,1
4.		-0,4	14,3	4.	0,4	0,4-1,43	22,7	4.	0,4	0,4-1,16	7,2

## Загальні питання технології збагачення

	Итого	100	5.		-0,4	14,3	5.		-0,4	14,3
					Итого	100			Итого	100

Из табл. 4 видно, что по 3-м методам расчета получается пять машинных классов.

Таким образом, исходя из современного уровня техники и технологии углеобогащения и выполненных исследований, рекомендовано осуществлять обогащение рядового угля пятью машинными классами, а именно: +13; 3,3–13; 1,4–3,3; 0,4–1,4; –0,4. В этом случае граница между крупным и мелким машинным классом не только совпадает со стандартным основным рядом отверстий сит и нижней границей сортового энергетического топлива, но и реально существующей в настоящее время практикой подготовки крупного машинного класса.

© Ищенко О.В., 2006

*Надійшла до редколегії 25.04.2006 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*