

В.П. КРАВЧЕНКО

(Украина, Мариуполь, ОАО "ММК им. Ильича")

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОМЕННЫХ ШЛАКОВ

По данным исследования [1] установлена зависимость гидравлической активности доменных шлаков от степени их измельчения и увеличения его удельной поверхности.

Но увеличение удельной поверхности доменного порошка, как и его активность, нельзя рассматривать в отрыве от гранулометрических показателей дисперсной системы, которые являются важнейшей характеристикой измельченного материала, необходимой для организации технологического процесса дальнейшей переработки.

Целью данной работы являлось проведение исследования гранулометрического состава разных проб доменного шлака с большим набором сит для разделения исследуемых проб шлака на большое число фракций с узким размерным интервалом.

Исследования проводились на базе Запорожского абразивного комбината и были разделены на два этапа: 1 – ситовый анализ грубых фракций и 2 – анализ дисперсных фракций на приборе Multisizer 3.

1. Ситовый анализ проводился на пробах шлака доменного гранулированного – исходное состояние и шлаке тонкогранулированном – ТГШ, который является продуктом шарового помола.

В результате анализа обе пробы были разделены в широком спектре фракций от +850 мкм для исходного шлака (19 фракций) и от +250 мкм для ТГШ (12 фракций) до фракций + 45 мкм.

Результаты ситового анализа представлены в таблицах:

- таблица 1 – для исходного граншлака;
- таблица 3 – для ТГШ.

Результаты выполненных расчетов для графического отображения гранулометрических характеристик приведены в таблицах 2 и 4 соответственно.

Графическое отображение результатов ситового анализа представлены на рис. 1 и 2, которые дают более подробную картину распределения частиц по крупности.

Дифференциальная функция имеет согласно теоретическим представлениям [2], две ниспадающие ветви и четко выраженные максимум. В результате ситового анализа с разделением проб на большое число фракций с узким размерным интервалом, гранулометрическая картина распределения частиц по крупности вполне соответствовала интегральным и дифференциальным функциям распределения.

Підготовчі процеси збагачення

Таблиця 1

Класи крупності, мкм (сито)	Частичний вихід		Номинальний розмер отворів x, мкм	Суммарний вихід, %	
	r	\bar{Y} , %		по мінусу Y^-	по плюсу Y^+
-1000+850	0,16	0,16	850	99,84	0,16
-850+710	7,36	7,36	710	92,48	7,52
-710+600	14,4	14,4	600	78,08	21,92
-600+500	19,0	19,0	500	59,08	40,92
-500+425	13,2	13,2	425	45,88	54,12
-425+355	12,4	12,4	355	33,48	66,52
-355+300	10,0	10,0	300	23,48	76,52
-300+250	5,5	5,5	250	17,98	82,02
-250+212	5,0	5,0	212	12,98	87,02
-212+180	3,3	3,3	180	9,68	90,32
-180+150	3,0	3,0	150	6,68	93,32
-150+125	2,0	2,0	125	4,68	95,32
-125+106	1,13	1,13	106	3,55	96,45
-106+90	0,82	0,82	90	2,73	97,27
-90+75	1,0	1,0	75	1,73	98,27
-75+63	1,0	1,0	63	0,73	99,27
-63+53	0,23	0,23	53	0,5	99,5
-53+45	0,25	0,25	45	0,25	99,75
-45+0	0,25	0,25	0	0	100

Таблиця 2

$\lg Y^-$	$\lg x$	$\lg \frac{100}{\bar{Y}}$	$\lg \lg \frac{100}{\bar{Y}}$	Δl	$Y(l) = \frac{\bar{Y}}{\Delta l}, \text{ мкм}^{-1}$
1,9993	2,9294	2,7959	0,4465	150	0,001
1,9661	2,8513	1,1328	0,0542	140	0,052
1,8925	2,7782	0,8418	-0,9251	110	0,131
1,7715	2,6990	0,7212	-0,8580	100	0,190
1,6617	2,6284	0,8794	-0,9442	75	0,176
1,5238	2,5502	0,9065	-0,9573	70	0,177
1,3705	2,4771	1,0000	0,0000	55	0,182
1,2548	2,3979	1,2571	0,0993	50	0,110
1,1133	2,3263	1,3010	0,1142	38	0,131
0,9859	2,2553	1,4814	0,1706	32	0,103
0,8248	2,1761	1,4818	0,1709	30	0,1
0,6609	2,0969	1,6990	0,2302	25	0,08
0,5502	2,0253	1,9469	0,2893	19	0,059
0,4362	1,9542	2,0858	0,3193	16	0,051
0,2380	1,8751	2,0000	0,3010	15	0,066
-0,8633	1,7993	2,0000	0,3010	12	0,083
-0,6990	1,7243	2,6382	0,4213	10	0,023
-0,3979	1,6532	2,6021	0,4153	8	0,031

Підготовчі процеси збагачення

Таблиця 3

Классы крупности, мкм (сито)	Частичный выход		Номинальный раз- мер отверстий x, мкм	Суммарный выход, %	
	r	\bar{Y} , %		по минусу Y^-	по плюсу Y^+
-300+250	1,0	1,0	250	99,0	1,0
-250+212	7,1	7,1	212	91,9	8,1
-212+180	13,8	13,8	180	78,1	21,9
-180+150	7,9	7,9	150	70,2	29,8
-150+125	28,0	28,0	125	42,2	57,8
-125+106	2,2	2,2	106	40,0	60,0
-106+90	5,7	5,7	90	34,3	65,7
-90+75	7,3	7,3	75	27,0	73,0
-75+63	13,8	13,8	63	13,2	86,8
-63+53	5,2	5,2	53	8,0	92,0
-53+45	3,0	3,0	45	5,0	95,0
-45+0	5,0	5,0	0	0	100

Таблиця 4

$\lg Y^-$	$\lg x$	$\lg \frac{100}{Y}$	$\lg \lg \frac{100}{Y}$	Δl	$Y(l) = \frac{\bar{Y}}{\Delta l}, \text{ мкм}^{-1}$
1,9494	2,3979	2,0000	0,3010	50	0,020
1,9633	2,3263	1,1484	0,0598	38	0,186
1,8927	2,2553	0,8601	-0,9346	32	0,431
1,8463	2,1761	1,1028	0,0425	30	0,263
1,6253	2,0969	0,5528	-0,7425	25	1,12
1,6021	2,0253	1,6576	0,2193	19	0,175
1,5353	1,9542	1,2440	0,0948	16	0,356
1,4314	1,8751	1,1367	0,0553	15	0,486
1,1206	1,7993	0,8601	-0,9346	12	1,15
0,9031	1,7243	1,2365	0,0919	10	0,52
0,6990	1,6532	1,5228	0,1826	8	0,375

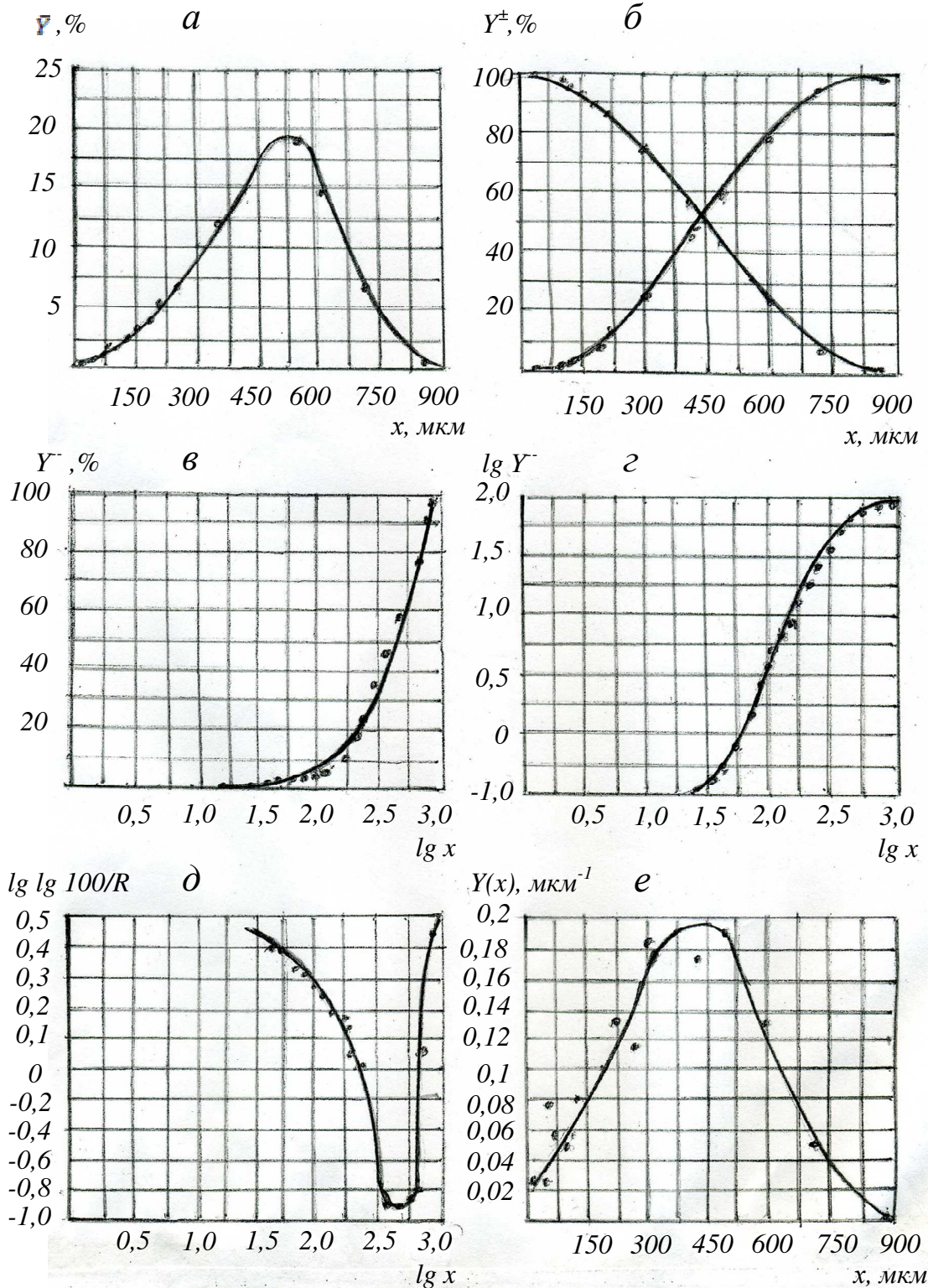


Рис. 1. Графическое представление данных ситового анализа исходного шлака:
 а – частная характеристика крупности по выходам отдельных классов;
 б – суммарные характеристики крупности; в – полулогарифмическая характеристика крупности; г – полулогарифмическая характеристика крупности;
 д – характеристика крупности по Розину-Раммлеру; е – дифференциальная функция распределения по крупности

Підготовчі процеси збагачення

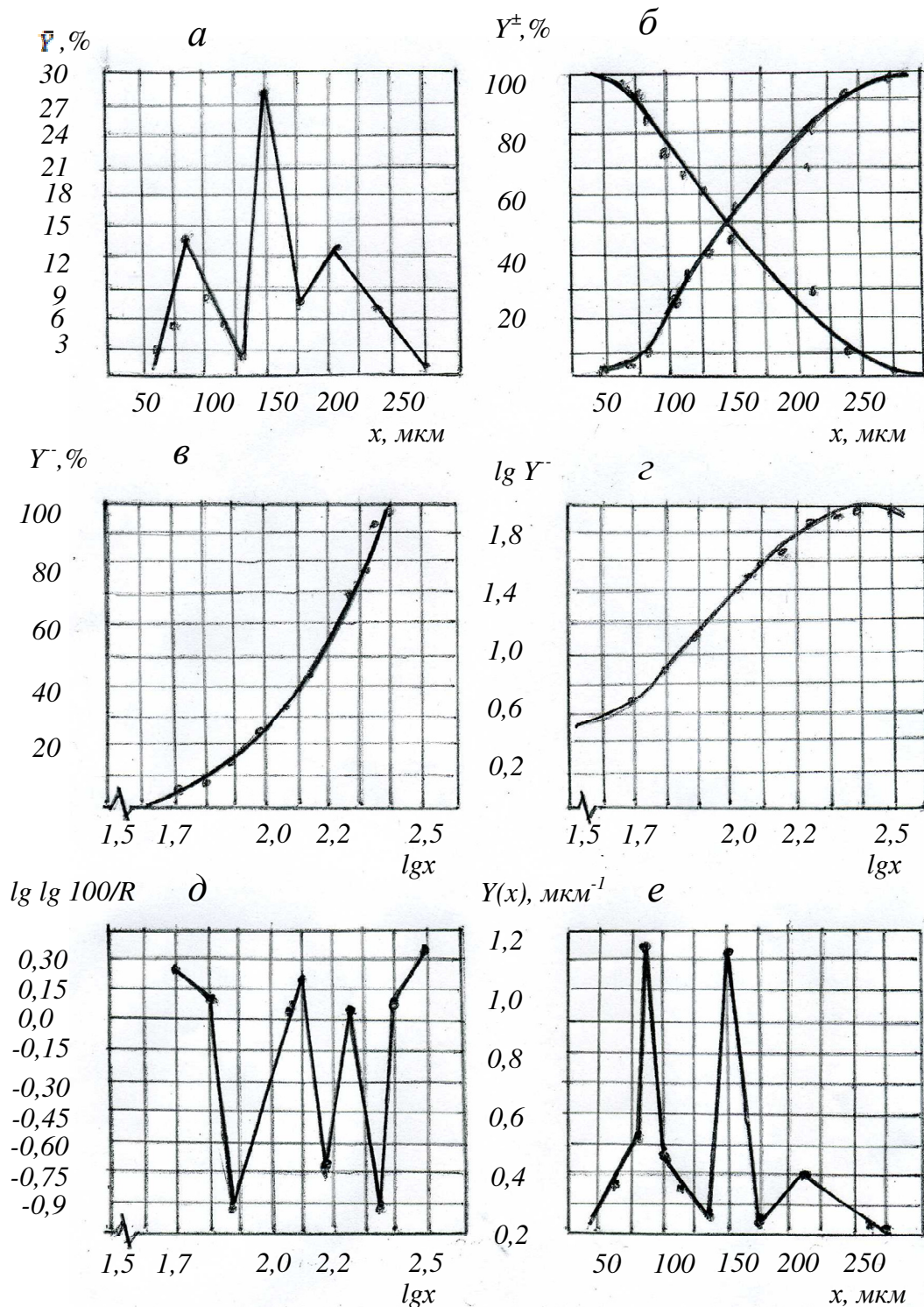


Рис. 2. Графическое представление данных ситового анализа тонкогранулированных шлаков (ТГШ):
 а – частная характеристика крупности по выходам отдельных классов;
 б – суммарные характеристики крупности; в – полулогарифмическая характеристика крупности; г – полулогарифмическая характеристика крупности;
 д – характеристика крупности по Розину-Раммлеру; е – дифференциальная функция распределения по крупности

Підготовчі процеси збагачення

2. Гранулометрический анализ дисперсных фракций (-45 мкм), оставшиеся после ситового анализа исходного шлака и ТГШ, а также проба ПСМ-шлака, как дисперсной фракции, был проведен на приборе Multisizer 3, представляющий собой многоканальный анализатор – от 4 до 300 каналов (фракций), на которые прибор позволяет разделить любое распределение по размеру зерен.

Анализ проводился для каждой пробы на 256 каналах. Для ПСМ-шлака дополнительно – на 64 каналах. Графическое отображение частных функций распределения по размерам зерен по результатам анализа, представлено на рис. 3.

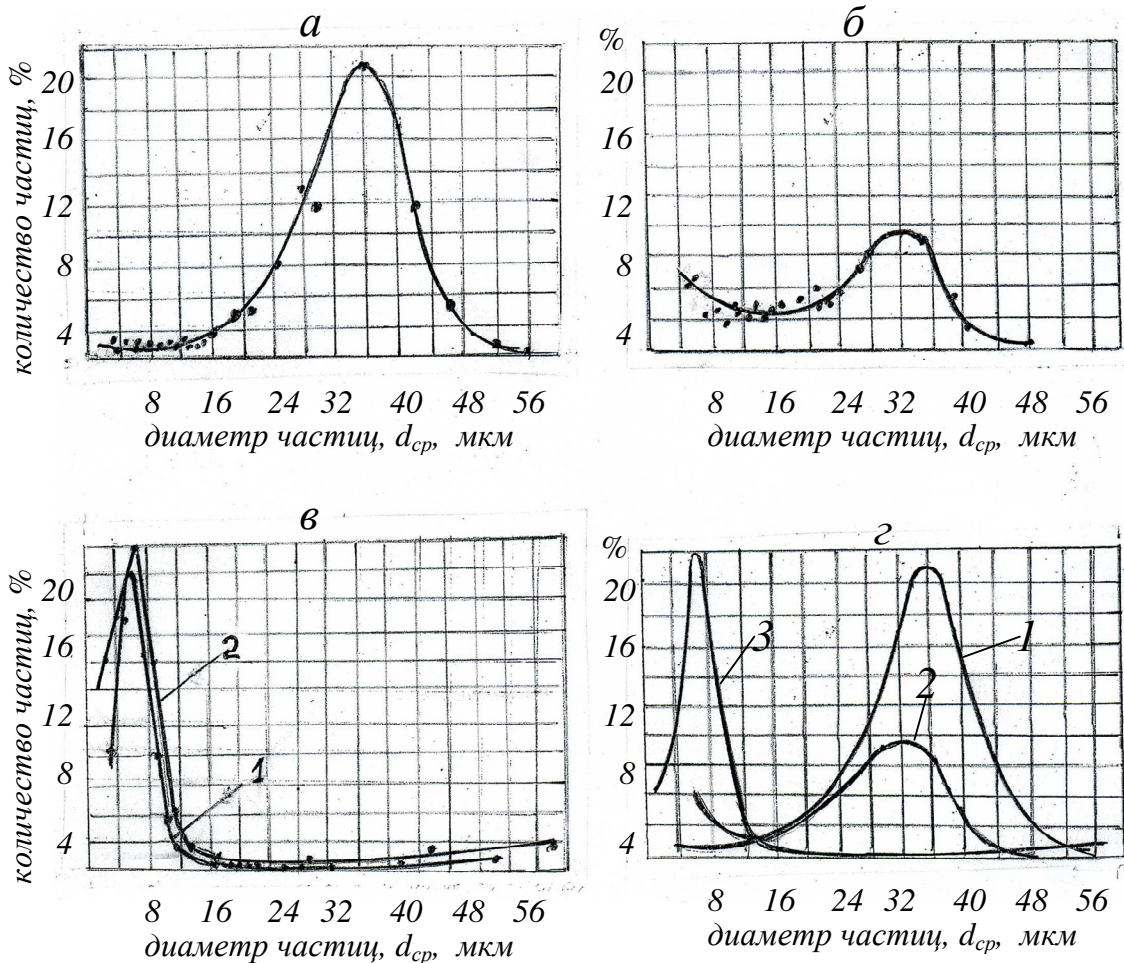


Рис. 3. Графическое представление данных гранулометрического анализа порошков доменного шлака на приборе Multisizer 3:

- a* – исходный граншлак; *б* – ТГШ; *в* – ПСМ-шлак, где кривая 1 – распределение частиц при разбивке на 256 фракций (каналов), кривая 2 – при 64 фракциях; *г* – графическое представление распределения 3-х проб шлака на одном графике, где 1 – исходный граншлак; 2 – ТГШ, 3 – ПСМ-шлак

ПСМ-шлаки, разделенные при анализе на 64 и 256 каналов (фракций), имеют идентичные кривые распределения частиц. Большое число каналов дает более подробную картину, но не влияет на характер распределения частиц.

Підготовчі процеси збагачення

Влияние степени измельчения на гранулометрию четко прослеживается на совмещенном графике 3г, который свидетельствует, что увеличение степени измельчения изменяет гранулометрическую картину, сдвигая максимум содержания частиц в сторону мелких зерен.

В таблице 5 представлено процентное содержание частиц определенного размера для всех исследуемых проб доменного шлака.

Таблица 5

Наименование проб шлака	Удельная поверхность, м ² /г	Содержание фракций %, мкм						
		>0,1%	>3%	>25%	>50%	>75%	>94%	>95%
Исходный гран-шлак 256 каналов	0,21	56,01	47,54	39,04	34,19	27,41	13,70	12,14
ТГШ-шлак 256 каналов	0,41	45,25	39,11	30,51	22,98	14,07	6,349	6,210
ПСМ-шлак 256 каналов	0,9	55,29	12,03	8,130	6,648	5,357	4,299	4,247
ПСМ-шлак 64 канала	0,9	83,87	80,07	8,443	6,747	5,355	4,302	4,258

Согласно табл. 5 с возрастанием степени измельчения (уд. поверхности) изменяется гранулометрическая картина распределения частиц по крупности. Если для исходного шлака в его тонкой фракции (-45 мкм) 50% зерен больше 34 мкм, ТГШ – 23 мкм, то для ПСМ-шлака 50 % зерен больше 6 мкм, что подтверждает согласие рис. 3 г смещение максимума количества частиц с увеличением степени измельчения (удельная поверхность) в сторону более мелких зерен.

Выводы

1. Использование при ситовом анализе разделения проб на узкий размерный интервал фракций позволило в графическом отображении получить полную гранулометрическую картину проб шлака, соответствующую интегральным и дифференциальным функциям распределения по крупности.

2. Увеличение степени измельчения (удельная поверхность) изменяет гранулометрию материала, сдвигая максимум содержания частиц в сторону мелких зерен, т.е. имеет место своего рода гранулометрическое "обогащение".

Список литературы

1. **Кравченко В.П., Струтинский В.А.** Гидравлическая активность доменных шлаков. – М.: Сталь, 2007. – № 1-2. – С. 94-95.
2. **Мяздриков О.А.** Дифференциальные методы гранулометрии. – М.: Изд. Metallургия, 1970. – 170 с.

© Кравченко В.П., 2010

*Надійшла до редколегії 12.09.2010 р.
Рекомендовано до публікації к.т.н. В.В. Гасвим*