

философии: 6D073100 – Шымкент: Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэзова, 2018. -142 с.

2. Лекаревич С.С. Обоснование возможности крупнотоннажного использования золошлаковых материалов на объектах дорожного строительства г. Омска. – Омск: Ассоциация содействия развитию промышленного кластера по использованию и переработке золошлаковых материалов, 2017. – 46 с.

3. Апталаев М.Н., Жалко М.Н. Влияние водно-теплового режима основания автомобильной дороги на состояние дорожной одежды // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». – 2016. - Т. 3, №4. – С. 1-12.

4. Применение порошковых отходов промышленности в асфальтобетоне: Обзорная инф. ЦБНТИ Минавтодора РСФСР. Автомобильные дороги. -М.: Минавтодор, 1990. - Вып.7. -56 с.

5. Котляровский А.А. Модифицированный дорожный асфальтобетон с использованием отходов производства поликапроамидов и абразивов: дис. канд. техн. наук: 05.23.05. – Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2007. -139 с.

6. Иванов Е.В. Обоснование применение золошлаковых смесей для строительства земляного полотна с учетом особенностей водно-теплового режима. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.11. – Омск: Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, 2014. - 165 с.

УДК: 625. 861; 666.973.2.00.2

К.С. Досалиев PhD, доц.; А.Б. Тоқсан магистрант;
А.Е. Асылбек магистрант
(ЮКУ им. М.Ауэзова, г. Шымкент, Республика Казахстан)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В зависимости от качества перерабатываемого фосфорсодержащего сырья в производстве желтого фосфора образуется от 9 до 13 т электротермофосфорного шлака с плотностью 2,6-3,1 т/см³ на 1 тонну готовой продукции в гранулированном или литом состоянии в прямых [1, 2].

Гранулированный электротермофосфорный шлак получают путем подачи вытекающего огненно-жидкого шлака после руднотермической печи по желобу в поток воды, в котором соотношение

вода : шлак составляет 20:1. Количество заскладированного гранулированного электротермофосфорного шлака составляет около 245 тыс.т. Примерный гранулометрический состав шлака: менее 1 мм - $24\pm 10\%$, 1-2 мм - $45\pm 10\%$, 2-4 мм - $28\pm 10\%$ и более 4 мм $3,5\pm 10\%$. Насыпная масса гранулированного шлака колеблется в пределах 0,6-1,3 т/м³. Вид электротермофосфорного шлака показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид гранулированного электротермофосфорного шлака

Угол естественного откоса гранулированного электротермофосфорного шлака находится в пределах 28° , а насыпная плотность составляет 1175 кг/м³.

Усредненный гранулометрический состав гранулированного электротермофосфорного шлака содержит следующий фракционный состав, приведенный в таблице 1.

Таблица 1 – Усредненный фракционный состав гранулированного электротермофосфорного шлака

Размер фракций, мм	2-8	1-2	1-0,5	0,1-0,5	менее 0,1
Содержание в %	42,6	36,5	18,6	1,7	0,6

Общий вид гранулированного электротермофосфорного шлака и его химический состав установлен с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV с системой химического анализа EDXJED-2201 (JEOL, Япония) и показан на рисунке 2.

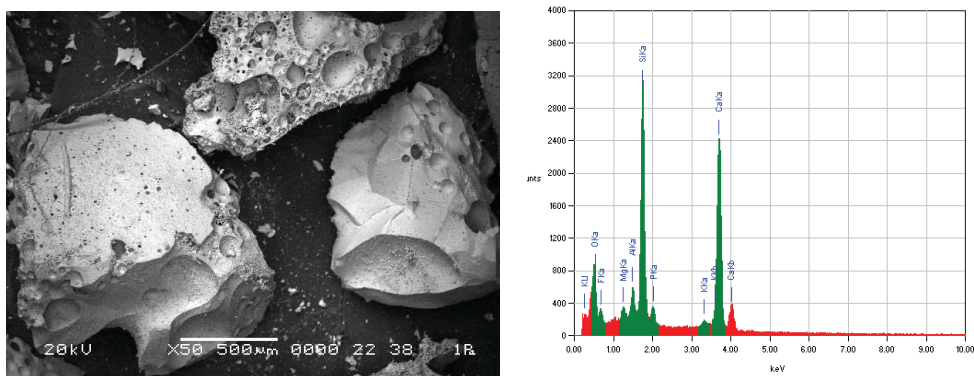


Рисунок 2 – Общий вид гранулированного электротермофосфорного шлака, увеличение в 50 раз

В таблице 2 приведен химический состав гранулированного электротермофосфорного шлака [94, с. 32-38, 95, с. 27-30].

Таблица 2 – Химический состав электротермофосфорного шлака

Element	(keV) mass%	Error%	At%	Compound mass%	K
O K *	0,525	34,40	0,53	49,45	23,6736
F K *	0,677	9,65	0,46	11,68	1,9675
Mg K	1,253	1,39	0,12	1,31	1,0601
Al K	1,486	2,65	0,10	2,26	2,4796
Si K	1,739	20,68	0,10	16,93	23,0456
P K *	2,013	2,63	0,13	1,95	3,2191
K K *	3,312	0,67	0,11	0,40	1,0252
Ca K	3,690	27,91	0,13	16,01	43,5294
Total		100,00	100,00		
O *0.000	37,12	0,00	0,00	0,00	0,0000
F K *0,677	12,96	0,62	14,45 F	12,96	2,5777
Mg K 1,253	1,26	0,18	3,13 MgO	2,10	1,3888
Al K 1,486	2,40	0,18	2,68 Al ₂ O ₃	4,54	3,2487
Si K 1,739	18,58	0,18	39,83 SiO ₂	39,75	30,1935
P K *2,013	2,31	0,27	2,24 P ₂ O ₅	5,28	4,2176
K K*3,312	0,60	0,12	0,46K ₂ O	0,72	1,3431
Ca K 3,690	24,76	0,17	37,20 CaO	34,65	57,0306
Total	100,00		100,00	100,00	

Химический анализ электротермофосфорного гранулированного шлака полученного на Жамбылском филиале ТОО «Казфосфат» (НДФЗ) и использованного в ходе исследований приведен в таблице 3 [3].

Таблица 3 – Химический состав электротермофосфорного шлака текущего образования, январь 2021 г.

Дата	Шлак, %						
	MgO,	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	CaO,	Fe ₂ O ₃ ,	М.К
1	2,90	3,96	40,59	0,89	41,58	0,37	0,93
2	2,87	3,98	40,67	0,93	43,98	0,37	0,94
3	2,84	3,96	40,48	0,99	44,02	0,35	0,93
4	2,80	3,99	40,82	0,85	44,38	0,43	0,93
5	2,83	3,96	40,78	0,88	44,16	0,35	0,93
6	2,80	3,96	40,82	0,77	44,39	0,42	0,93
7	2,80	3,98	40,52	0,72	44,34	0,31	0,93
8	2,75	3,96	40,64	0,67	44,00	0,36	0,94
9	2,69	3,99	40,68	0,65	44,64	0,33	0,92
10	2,65	3,96	40,61	0,83	44,47	0,31	0,93
11	2,59	3,95	40,55	0,97	44,58	0,32	0,93
12	2,59	3,98	40,87	0,88	44,86	0,27	0,93
13	2,55	3,9	40,87	0,99	44,46	0,31	0,94
14	2,59	3,97	40,80	0,71	44,62	0,34	0,93
15	2,56	3,95	40,76	0,74	44,57	0,31	0,93
16	2,46	3,95	40,74	0,80	44,66	0,31	0,93
17	2,51	3,96	40,78	0,86	44,71	0,41	0,93
18	2,64	3,96	40,58	0,95	44,43	0,42	0,93

Литой электротермофосфорный шлак получают траншейным способом, при котором огненно-жидкий шлак, образовавшийся в руднотермической печи, шлаковозами вывозят на отдельную площадку и выливают в 3-х секционные траншеи, где он остывает. Остывший шлак разрабатывают экскаватором и дробят с рассевом на фракции 5-10; 10-20; 20-40 и 40-70 мм [3]. Количество закладированного литого электротермофосфорного шлака составляет более 8 млн. т.

Химический состав электротермофосфорного шлака зависит от химического состава исходного сырья и технологического решения получения фосфора. Количество стеклофазы в гранулированных шлаках достигает 97-98%, а в литом до 92%.

Усредненный гранулометрический состав представленной пробы литого электротермофосфорного шлака содержит следующий фракционный состав, приведенный в таблице 4, а его общий вид представлен на рисунке 3.

Таблица 4 – Усредненный гранулометрический состав литого электротермофосфорного шлака

Размер фракций, мм	40-80	20-40	1-20	менее 0,5
Содержание в %	39,3	48,8	11,8	0,1



Рисунок 3 – Общий вид литого электротермофосфорного шлака

Общий вид литого электротермофосфорного шлака при увеличении в 100 раз и его химический состав установлен с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV с системой химического анализа EDXJED-2201 (JEOL, Япония) и показан на рисунке 4.

Угол естественного откоса литого электротермофосфорного шлака составляет 31° .

Насыпная плотность литого электротермофосфорного шлака составляет 1220 кг/м^3 .

В таблице 5 приведен химический состав литого электротермофосфорного шлака [3].

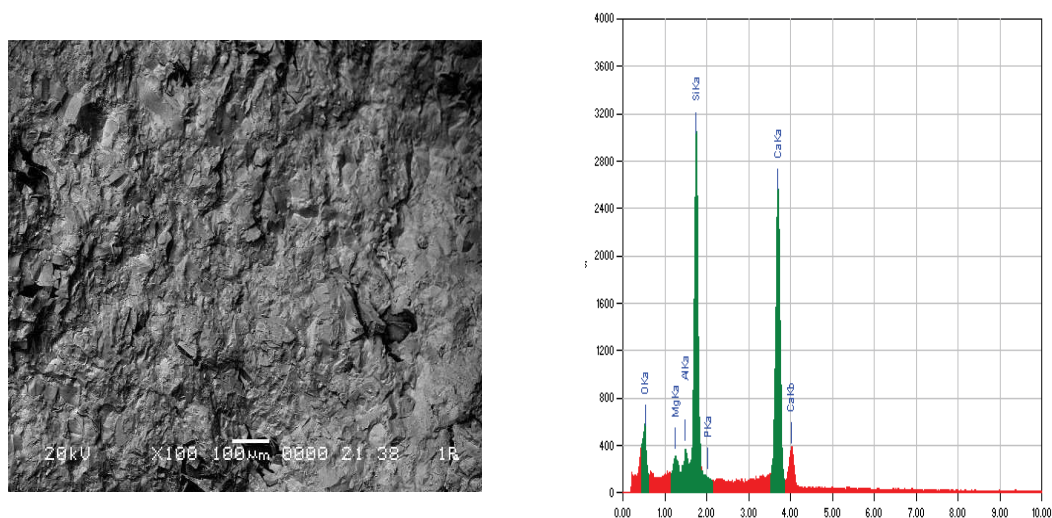


Рисунок 4 – Общий вид литого электротермофосфорного шлака, увеличение в 100 раз

Таблица 5 – Химический состав литого электротермофосфорного шлака

Element	(keV) mass%	Error%	At%	Compound mass%	K
1	2	3	4	5	6
O K *	0,525	34,65	0,82	52,68	17,6645
Mg K	1,253	1,49	0,14	1,50	1,0847
Al K	1,486	1,52	0,13	1,37	1,3363
Si K	1,739	25,40	0,12	22,00	26,8601
P K *	2,013	0,18	0,17	0,14	0,1950
Ca K	3,690	36,76	0,17	22,31	52,8595
Total	100,00	100,00			
O *0,000	41,49	0,00	0,00	0,00	0,0000
Mg K 1,253	1,37	0,22	3,28MgO	2,27	1,3174
Al K 1,486	1,38	0,22	1,49Al ₂ O ₃	2,61	1,6229
Si K 1,739	22,91	0,22	47,54SiO ₂	49,02	32,6227
P K *2,013	0,16	0,35	0,15P ₂ O ₅	0,36	0,2368
Ca K 3.690	32,70	0,21	47,55CaO	45,75	64,2001
Total	100,00		100,00	100,00	
O K *	0,525	32,07	0,78	48,58	17,2654
F K *	0,677	4,31	0,60	5,49	0,7770
Mg K	1,253	1,47	0,14	1,47	1,0797
Al K	1,486	1,49	0,12	1,34	1,3301
Si K	1,739	24,84	0,11	21,43	26,7368
P K *	2,013	0,17	0,17	0,14	0,1941
Ca K	3,690	35,65	0,16	21,55	52,6169
Total		100,00		100,00	
O *0,000	39,20	0,00	0,00	0,00	0,0000
F K *0,677	5,66	0,78	6,09F	5,66	0,9392
Mg K 1,253	1,31	0,21	3,12MgO	2,17	1,3050
Al K 1,486	1,31	0,21	1,41Al ₂ O ₃	2,48	1,6077
Si K 1,739	21,72	0,21	44,88SiO ₂	46,47	32,3163
P K *2,013	0,15	0,33	0,14P ₂ O ₅	0,33	0,2346
Ca K 3,690	30,65	0,19	44,37CaO	42,88	63,5972
Total	100,00		100,00	100,00	

В таблице 6 приведен химический состав литого электротермофосфорного шлака из отвалохранилищ ДПО-Химпром и НДФЗ [3].

Таблица 6 Химический состав шлака отхода фосфорного производства, находящегося в отвалохранилищах ДПО-Химпром и НДФЗ

Наименование материала	Химический состав в %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	п.п.п.
Шлак электротермофосфорный, литой	38,6-43,9	1,8-3,6	2,10-6,5	45-50	0,3-0,4	0,2-0,6	0,2-0,6	0,1-0,5	0,39

ЛИТЕРАТУРА

1. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные минеральные вяжущие материалы. – М.: Инфра-инженерия, 2011. – 544 с.
2. Жантасов К.Т., Досалиев К.С., Босак В.Н., Дормешкин О.Б. Использование техногенных отходов для дорожной одежды коробчатого типа // Труды БГТУ. Серия: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. - 2017. - № 2. - С. 170-175.
3. Zhantasov K.T., Dossaliev K.S., Bossak V.N. Investigation of the physicochemical properties of the components of the burden for box-type road clothes. IV International conference «Industrial technologies and engineering». - M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan, ICITE-2017. P. 32-38.