

МИНИСТЕРСТВО ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ГЕОЛОГИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

УНИВЕРСИТЕТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ГУ «ИНСТИТУТ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ»



РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПО КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ЗОЛЫ АНГРЕНСКОЙ ТЭС

Докладчик:

АЛМАТОВ И.М.

Доктор технических наук, с.н.с.

Ташкент - 2025г.

Информация о золошлаковых отвалах, расположенных на территории Республики Узбекистан

Название ТЭС	Отвалы	Дата ввода в эксплуа- тацию	Дата вывода из эксплуатации	Проектная емкость	Площадь, кв.м	Объем золошлаков, тонна
Ново- Ангренская	ЗШО-1	1986 г.	январь 2013 г.	8 500 000 т	370 000	Не менее 7 493 586
	ЗШО-2	2013 г.	действующий	20 000 000 т	890 000	5 963 134
Ангренская	ЗШО-1	1957 г.	действующий	4 904 370 м ³	184 862	2 858 576
	ЗШО-2	1965 г.	действующий	3 200 000 м ³	288 869	1 763 045
	ЗШО-3	1965 г.	действующий	2 600 000 м ³	358 327	1 406 823
Всего						19 485 164

Расположение золошлаковых отвалов Ангренской и Ново-Ангренской ТЭС

*Местоположение
Ангренской ТЭС и
золошлаковых отвалов*



*Местоположение
Ново-Ангренской ТЭС и
золошлаковых отвалов*



ОТБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБ



Средние содержания элементов (г/т), их кларки концентраций в ЗШО по данным ICP-MS

Элементы	Кларк в земной коре	Среднее значение в ЗШО Ангренской ТЭС	КК	Среднее значение в ЗШО Ново-Ангренской ТЭС	КК	Среднее значение в зола-уносе	КК
Fe	46 500	86 500	1,9	20 500,0	0,4	33 500	0,7
Cu	47,0	40,5	0,9	36,0	0,8	38,5	0,8
Mo	1,1	34,0	30,9	7,6	6,9	9,3	8,5
Sc	10,0	6,25	0,6	9,60	1,0	7,85	0,8
Y	20,0	13,9	0,7	17,8	0,9	15,3	0,8
Σ лантаноидов	178,0	103,5	0,6	142,7	0,8	103,0	0,6
Au*	0,0043	0,015	3,5	0,025	5,8	0,012	2,7
Ag	0,07	0,71	10,1	1,04	14,8	0,84	12,0
Bi	0,009	0,44	48,3	0,33	36,7	0,38	42,2
Te	0,001	0,18	182,8	0,11	114,0	0,09	94,0
Pb	16,0	264,3	16,5	38,8	2,4	41,3	2,6
Cd	0,13	0,42	3,2	0,12	0,9	0,16	1,3
W	1,3	24,3	18,7	7,8	6,0	8,3	6,4
Sb	0,5	3,75	7,5	12,65	25,3	3,33	6,7
Se	0,05	3,05	61,0	3,03	60,5	3,58	71,5
Ge*	1,40	8,80	6,3	2,55	1,8	3,65	2,6
Tl	1,00	2,78	2,8	1,02	1,0	1,18	1,2
Ga*	19,0	13,9	0,7	20,5	1,1	20,8	1,1
Pd*	0,013	0,85	65,0	0,91	70,0	0,81	62,3
U	2,5	5,83	2,3	8,78	3,5	9,28	3,7
Re*	0,0007	0,0023	3,3	0,0023	3,2	0,0049	7,0
Pt*	-	0,0018		0,0018		0,0025	
Rh*	-	0,0148		0,0193		0,0171	

Примечание: КК – кларк концентрации

* элементы, отмечанные знаком имеют полуколичественное определение

Средние значения результатов химического анализа основных породообразующих компонентов (%)

Наименование пробы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe _{общ}	В том числе		MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S _{общ}	SO ₃ сульфат	S _{сульфид}	ПП П	H ₂ O 105°C	CO ₂
					Fe ₂ O ₃	FeO												
ЗШО Ангренской ТЭС	47,6	0,4	11,4	14,6	16,7	3,8	0,9	0,06	2,8	0,35	0,9	0,09	1,4	3,1	0,12	17,9	3,4	0,6
ЗШО Ново- Ангренской ТЭС	58,5	0,7	22,6	5,2	4,8	2,3	1,5	0,04	2,7	0,62	1,3	0,13	0,4	0,3	0,31	8,67	1,1	0,5
Зола-унос ТЭС	59,9	0,8	24,4	6,1	6,4	2,1	1,3	0,05	3,5	0,49	1,7	0,13	0,3	0,6	0,03	1,98	0,3	0,6

В результате изучения вещественного состава ЗШО определены перспективные для извлечения элементы и ценные компоненты:

Золошлаковые отходы: **алюмосиликатные полые микросферы, угольный недожог, Fe, Mo, Se и Te (глинозем и кремнезем).**

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРОБ ЗШО

Класс крупности, мм	Выход, %	Содержание, %					Распределение, %				
		Fe	Mo	SiO ₂	Al ₂ O ₃	ГМ*	Fe	Mo	SiO ₂	Al ₂ O ₃	ГМ*
ЗШО Ангренской ТЭС											
+1	4,0	17,1	0,106	36,7	9,9	19,6	4,8	5,9	3,1	3,7	4,9
-1+0,5	11,2	10,3	0,064	36,7	7,7	31,5	8,1	10,0	8,7	8,1	22,2
-0,5+0,315	17,7	8,1	0,08	51,2	8,7	23,5	10,1	19,8	19,1	14,5	26,2
-0,315+0,1	44,2	15,5	0,084	52,2	10,3	11,7	48,2	51,9	48,7	42,7	32,6
-0,1+0,08	8,4	24,4	0,024	40,9	13,1	7,8	14,5	2,8	7,3	10,3	4,1
-0,08+0	14,5	13,9	0,047	43,1	15,2	10,8	14,2	9,5	13,2	20,7	9,9
Исх. проба	100	14,2	0,072	47,4	10,7	15,9	100	100	100	100	100
ЗШО Ново-Ангренской ТЭС											
+1	5,5	5,8	0,225	29,6	10,1	43,8	7,0	19,8	2,8	2,5	33,7
-1+0,5	10,5	4,8	0,16	51,9	17,4	19,5	10,9	26,8	9,3	8,4	28,7
-0,5+0,315	11,6	4,6	0,13	59,3	21,6	8,3	11,6	24,1	11,8	11,5	13,5
-0,315+0,1	42,7	4,2	0,033	63,2	23,2	2,6	39,6	22,5	46,1	45,6	15,5
-0,1+0,08	11,6	5,4	0,007	62,8	21,7	1,4	13,6	1,3	12,5	11,6	2,3
-0,08+0	18,1	4,4	0,019	56,6	24,6	2,5	17,3	5,5	17,5	20,5	6,3
Исх. проба	100	4,6	0,063	58,5	21,8	7,1	100	100	100	100	100
Зола-унос ТЭС											
+1	0,5	26,1	0,016	22,9	10,9	12	2,5	0,4	0,2	0,2	4,1
-1+0,5	0,4	38,2	0,015	15,5	6,7	16	2,9	0,3	0,1	0,1	4,3
-0,5+0,315	0,4	15,4	0,021	38,1	17,5	10,1	1,2	0,4	0,3	0,3	2,7
-0,315+0,1	44,8	4,4	0,028	62,1	23,2	1,7	37,2	61,3	46,2	45,1	51,7
-0,1+0,08	23,5	6,8	0,016	60,0	21,7	0,9	30,3	18,4	23,4	22,1	14,4
-0,08+0	30,4	4,5	0,013	58,9	24,3	1,1	26,0	19,3	29,8	32,1	22,7
Исх. проба	100	5,3	0,020	60,2	23,1	1,5	100	100	100	100	100

Результаты ступенчатой мокрой магнитной сепарации золошлаковых отходов Ангренской ТЭС

Продукты обогащения	Выход продуктов, %	Содержание, г/т					Извлечение, %				
		Fe,%	Te	Mo	Al,%	Ga	Fe	Te	Mo	Al	Ga
Железный конц. 1	12,1	68,8	0,08	55,8	1,8	5,1	65,9	8,7	25,5	4,5	4,1
Железный конц. 2	0,9	38,6	0,19	68,2	4,8	11,5	2,8	1,6	2,4	0,9	0,7
Хвосты	87,0	4,5	0,12	21,9	5,3	16,5	31,3	89,8	72,1	94,6	95,2
Исходная	100,0	12,6	0,11	26,4	4,9	15,1	100	100	100	100	100

Результаты ступенчатой мокрой магнитной сепарации золошлаковых отходов Ново-Ангренской ТЭС

Продукты обогащения	Выход продуктов, %	Содержание, г/т					Извлечение, %				
		Fe,%	Te	Mo	Al,%	Ga	Fe	Te	Mo	Al	Ga
Железный конц.1	2,0	51,9	0,08	14,6	6,5	19,2	33,8	1,1	8,0	1,9	1,5
Железный конц. 2	0,7	36,4	0,12	15,8	8,4	22,4	8,0	0,6	2,9	0,8	0,6
Хвосты	97,3	1,8	0,14	3,3	7,0	25,4	58,2	98,3	89,0	97,3	97,9
Исходная	100,0	3,1	0,14	3,7	7,0	25,3	100	100	100	100	100

Исследование возможности извлечения алюмосиликатных полых микросфер из золошлаковых отходов ТЭС

Результаты извлечения алюмосиликатных микросфер
(Т:Ж=1:6, масса навески 1000 г. время агитации – 10 мин)

Наименование пробы	Выход		Насыпная плотность, кг/м ³	Плотность оболочки, кг/м ³	Содержание горючей массы, %
	г	%			
Зола-унос ТЭС	2,4	0,24	495,5	2444	2,28

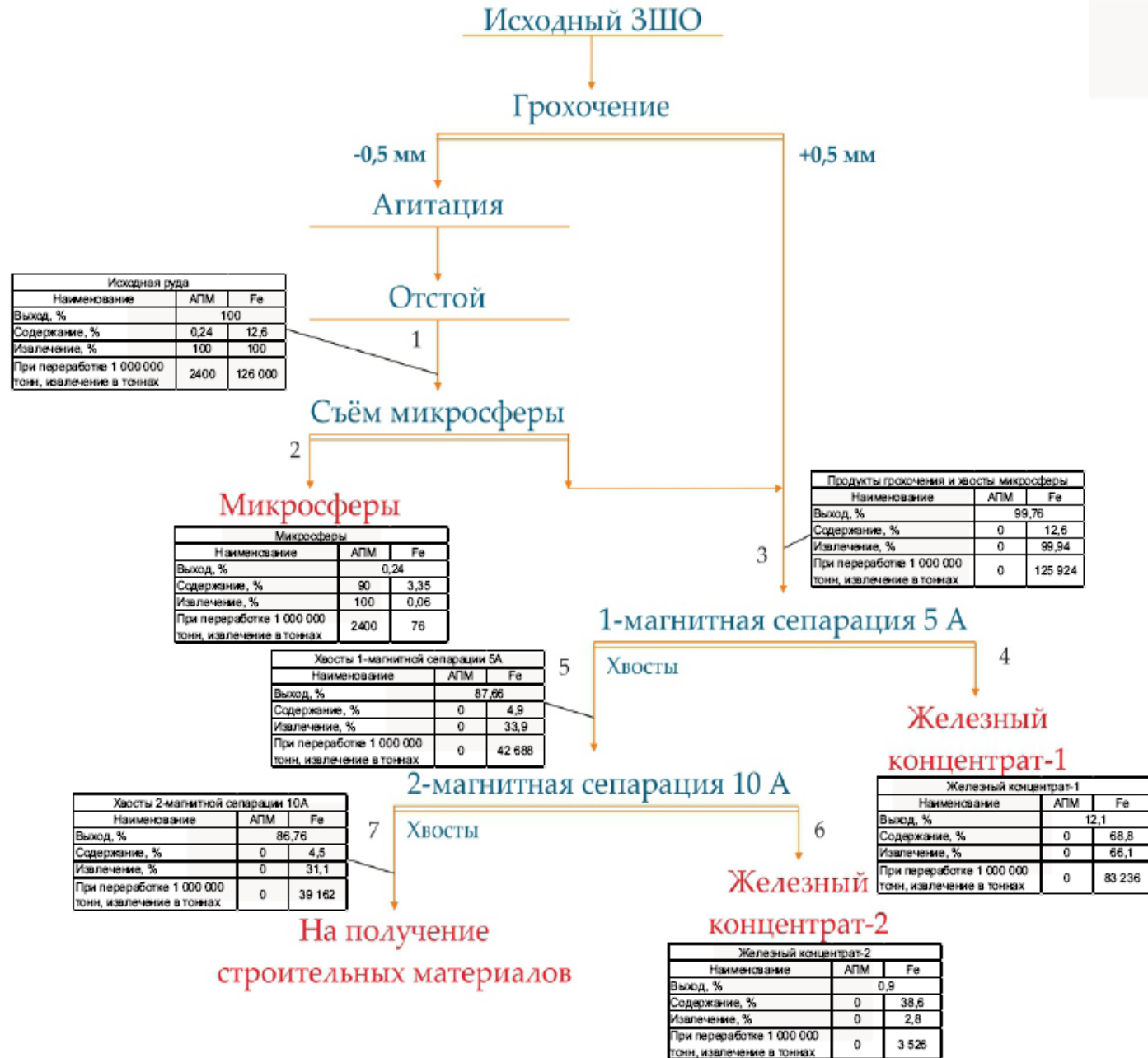


Общий вид алюмосиликатных микросфер при увеличении x 220

Химический состав
алюмосиликатных микросфер

Компоненты	Содержание, %
SiO ₂	50,8
TiO ₂	0,93
Al ₂ O ₃	29,64
Fe ₂ O ₃	3,51
FeO	1,15
MnO	0,05
MgO	1,21
CaO	5,33
Na ₂ O	0,82
K ₂ O	2,40
P ₂ O ₅	0,09
S _{общ}	2,36
ППП	2,28
CO ₂	0,44
SO ₃	1,04
H ₂ O	0,24
Плывучесть	Не мене 90

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ АНГРЕНСКОЙ ТЭС



1. **Identify the problem.** The first step in the problem-solving process is to identify the problem. This involves recognizing the symptoms of the problem and determining the underlying cause.



Минеральный состав ЗШО Ангренской и Ново-Ангренской ТЭС, %

Наименование	Ангренская ТЭС			Ново-Ангренская ТЭС		
	А-1	А-2	А-3	НА-4	НА-5	А-6
Кварц	31,01	25,11	21,82	20,15	29,05	27,23
КПШ	5,87	5,94	9,18	9,38	8,06	10,43
Плагиоклаз	4,42	18,17	26,47	17,15	15,42	15,67
Биотит		2,00				
Оксид магния	0,30	1,27	1,81	1,51	1,61	1,07
Гипс	7,02	1,56	2,20	0,56	0,79	0,76
Кальцит	0,48	0,68	1,82	1,13	0,90	0,68
Рутил	0,32	0,45	0,74	0,71	0,72	0,84
Хлорит						
Серицит						
Каолинит	13,80	20,60	24,50	32,42	32,74	40,07
Сидерит	0,55	0,57	ед.зн.	ед.зн.	ед.зн.	ед.зн.
Пирит (марказит)	0,52	1,00	0,11	0,46	0,71	0,04
Оксиды железа (магнетит+гематит)	25,04	3,95	9,48	3,39	4,39	3,09
Углистое вещество	8,50	16,69	1,30	11,44	4,71	0,06
Апатит	0,20	0,22	0,26	0,28	0,30	0,30

Основные научные и практические результаты работы заключаются в следующем

Обобщены и проанализированы с позиции вовлечения в ресурсосберегающую переработку результаты многолетнего изучения золошлаковых отходов ТЭС и горнопромышленных отходов

Экспериментально показана целесообразность применения методов мокрой магнитной сепарации для получения техногенного железного концентрата из золошлаковых отходов ТЭС, определены оптимальные режимы и показатели эффективности обогащения.

Разработаны и рекомендованы к внедрению технологические схемы переработки золошлаковых отвалов, реализация которых позволит получить свыше 568 тыс. т техногенного железного концентрата из золошлаковых отходов Ангренской ТЭС со средним содержанием $Fe_{\text{общ}}$ 68,6% и более 36 тыс. т алюмосиликатных полых микросфер. Получаемый техногенный железный концентрат может быть реализован на металлургические заводы как товарный продукт.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !