

Ш. БАЙЫСБЕКОВ, Ю. Г. САЖИН, Ж. Ш. БАЙЫСБЕКОВ

ФЛОТАЦИЯ СМЕСИ РЯДОВОЙ И БОГАТОЙ РУДЫ В СООТНОШЕНИИ 50/50 КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ ЖАРТАС

Приведены результаты экспериментов по флотационному обогащению смеси рядовой и богатой руды в соотношении 50/50 месторождения Жартас.

Рудные поля коры выветривания месторождения Жартас различны по содержанию ценных компонентов [1–4]. Экспериментально была проверена флотация рядовой руды и смеси более богатой и рядовой руды в соотношении 25/75 [5–7].

В предлагаемом сообщении изложены результаты экспериментов по флотационному обогащению смеси рядовой и богатой руды в соотношении 50/50.

Опыты флотации смесей руд проводились по плану дробного факторного эксперимента при расходах реагентов, обеспечивающих максимальное извлечение золота: расход бутилового ксантогената – 75–125 г/т; расход вспенивателя Т-80 – 60–100 г/т; расход медного купороса 200–300 г/т. Продолжительность флотации составляла 10–20 мин. Флотационное обогащение проводилось в камерах емкостью 3,0 и 1,0 дм³ на машине ФМ-1.

Результаты анализа проб флотоконцентратов и хвостов флотации приведены на рис. 1–5.

По данным рис. 1 повышение интенсивности вторичного эмиссионного излучения в области длин волн свинца для проб флотационных концентратов в сравнении с пробами хвостов обогащения свидетельствует о флотируемости минералов свинца и их концентрации в пенном продукте.

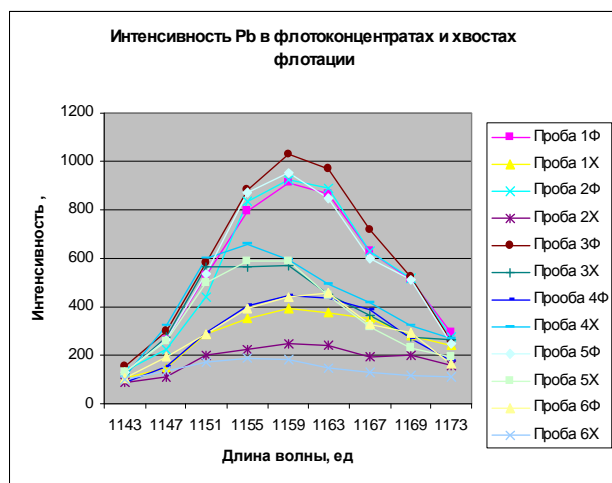
Содержания свинца в флотоконcentратах в 2–2,5 раза выше, чем в исходной руде, что свидетельствует о возможности извлечения свинца в концентрат.

Содержание золота в флотоконцентрате значительно выше, чем в исходной руде и хвостах флотации.

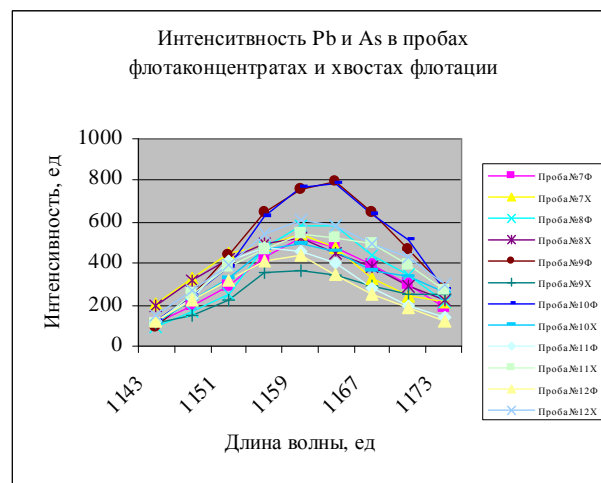
Для цинка наблюдается значительное увеличение интенсивности вторичного излучения, что подтверждает концентрацию минералов цинка в целевом продукте флотации.

Интенсивности излучения в области длины волны меди для концентратов и хвостов имеют небольшое отличие вследствие малого исходного содержания металла в руде и влияния депрессанта – медного купороса.

Интенсивность вторичного излучения для проб концентратов в области длины волны железа примерно в 3–4 раза выше, чем для проб хвостов флотации. Следовательно, минералы

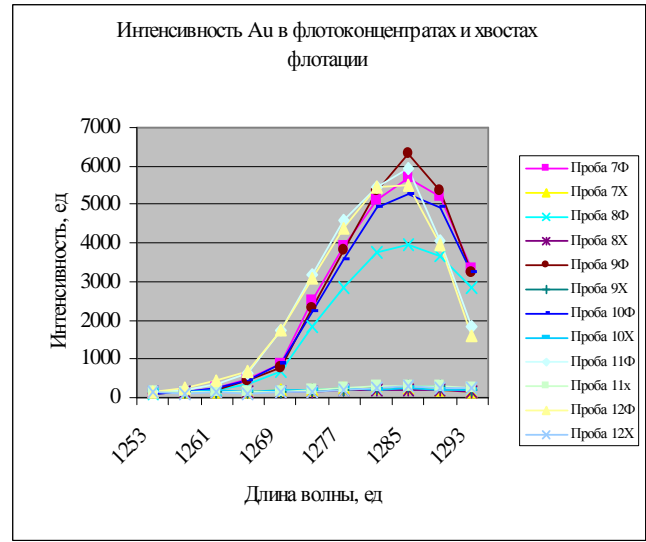
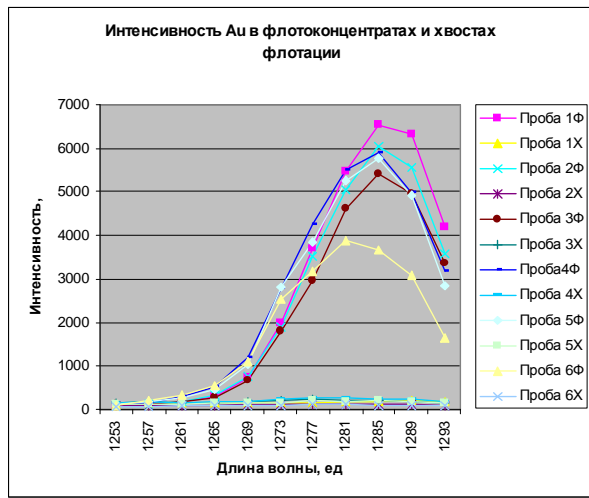


а



б

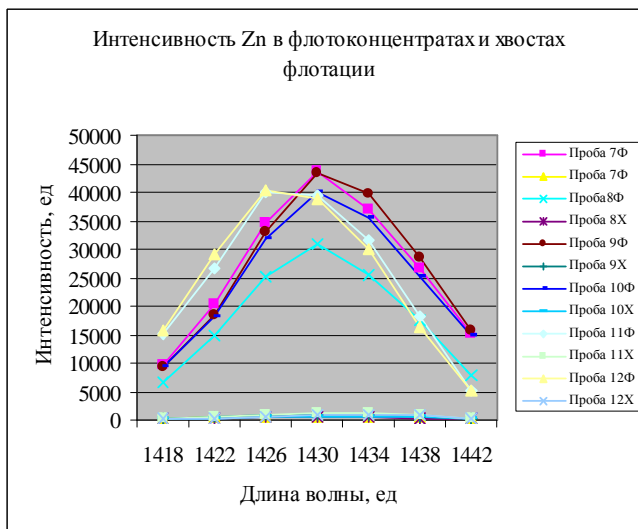
Рис. 1. Результаты анализов по свинцу продуктов флотации



а

б

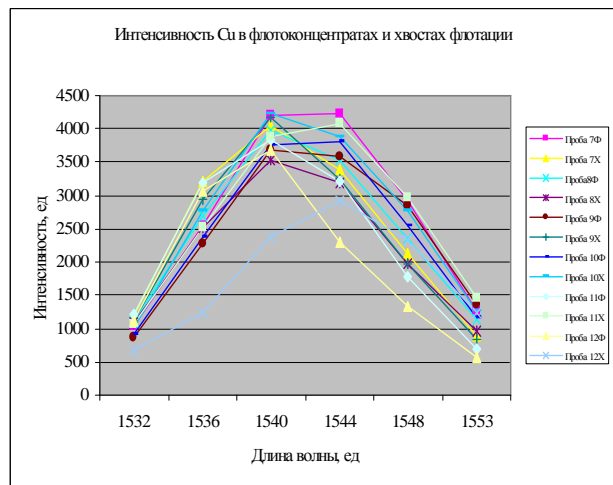
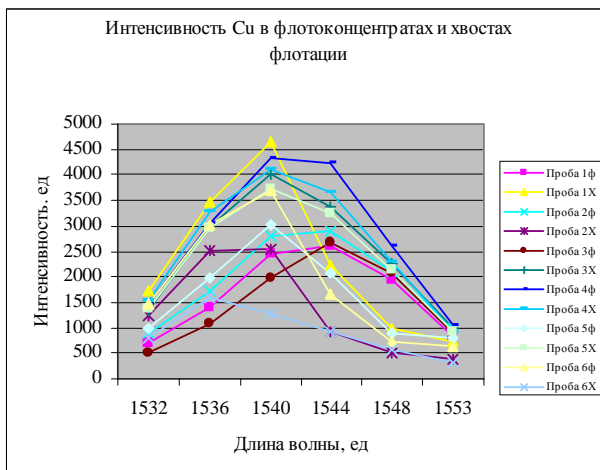
Рис. 2. Результаты анализов по золоту продуктов флотации



а

б

Рис. 3. Результаты анализов по цинку продуктов флотации



а

б

Рис. 4. Результаты анализов по меди продуктов флотации

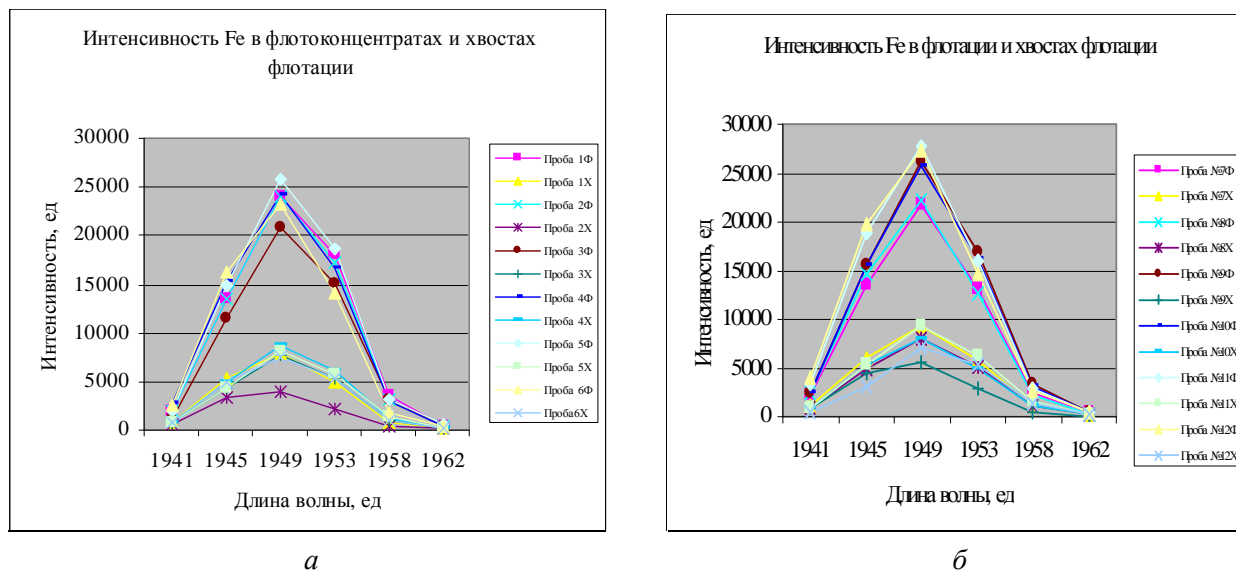


Рис. 5. Результаты анализов по железу продуктов флотации

железа (пирит) в основном переходят в концентрат, а вместе с ними ассоциированные частицы золота.

Кривые на рис. 1–5 указывают на существенное повышение содержания Au; Pb; Zn и Fe в

флотоконcentратах и значительное их снижение в хвостах флотации по сравнению с исходной рудой. На основе данных рис. 1–5 по изложенной ранее методике рассчитан состав продуктов флотации, приведенный в табл. 1.

Таблица 1. Состав продуктов флотации руды 50/50

Элемент	Продукт	Ед. изм.	Проба №1	Проба №2	Проба №3	Проба №4	Проба №5	Проба №6	Проба №7	Проба №8	Проба №9	Проба №10	Проба №11	Проба №12
Pb+As	конц-т	С,	0,671	0,663	0,738	0,362	0,675	0,365	0,395	0,43	0,593	0,591	0,47	0,514
	хвосты	%	0,346	0,226	0,471	0,517	0,443	0,273	0,36	0,37	0,32	0,35	0,371	0,33
Au	конц-т	С,	24,41	22,39	20,16	23,77	22,7	16,74	22,7	16,73	23,1	21,32	23,14	22,4
	хвосты	г/т	1,45	0,953	1,66	1,93	1,48	1,217	1,58	1,49	1,71	1,68	1,85	1,56
Zn	конц-т	С,	11,18	10,17	8,7	12,74	10,73	9,04	12,25	8,47	12,31	11,47	11,54	11,48
	хвосты	%	0,18	0,01	0,19	0,23	0,2	0,12	0,24	0,18	0,31	0,22	0,39	0,28
Cu	конц-т	С,	0,58	0,67	0,54	0,98	0,57	0,66	0,63	0,61	0,64	0,65	0,67	0,62
	хвосты	%	0,22	0,48	0,88	0,93	0,84	0,32	0,58	0,56	0,58	0,58	0,54	0,55
Fe	конц-т	С,	23,64	23,29	20,04	24	25,11	22,51	20,63	20,98	25,03	24,55	26,69	26,42
	хвосты	%	7,66	4,14	7,55	8,48	7,92	7,62	6,47	5,54	4,21	5,64	6,4	4,89

В флотационных концентратах содержание золота повысилось с 16,7 до 23,8 г/т при содержании золота в хвостах флотации 0,95–1,5 г/т. Аналогично в концентратах прослеживается повышение содержание свинца, железа, цинка.

На основе анализов по содержанию ценных компонентов в концентратах и хвостах флотации

рассчитаны извлечения и выход продуктов, приведенные в таблицах балансов.

По результатам расчетов балансов флотации смеси рядовой и богатой руды при соотношении 50/50 получены извлечения ценных компонентов приведенные в табл. 13. Извлечение золота минимальное 39,85% в опыте 11 и максимальное 70,26% в опыте 3.

Таблица 2. Баланс флотационного обогащения смеси руды 50/50 пробы №1

Поступило материалов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Смесь руды 50/50	100	0,38	0	1,14	0,6	6,68	91,2
Содержание, %		0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Получено продуктов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Флотационный концентрат	9,593	0,068	0	1,042	0,138	1,733	6,612
Содержание, %		0,711	0,002	10,858	1,438	18,065	68,926
Извлечение, %		17,95	55,26	91,37	22,99	25,94	7,25
Хвосты флотации	90,407	0,315	0	0,15	0,469	5,032	84,441
Содержание, %		0,347	0,000138	0,165	0,516	5,538	93,434
Извлечение, %		82,93	35,91	13,18	78,14	75,34	93,09
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Невязка	0,46	0,003	0	0,052	0,007	0,085	0,313

Таблица 3. Баланс флотационного обогащения смеси руды 50/50 пробы №2

Поступило материалов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Смесь руды 50/50	100	0,38	0	1,14	0,6	6,68	91,2
Содержание, %	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Получено продуктов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Флотационный концентрат	10,935	0,099	0	1,166	0,086	2,708	6,111
Содержание, %	0,905	0,002	10,664	0,783	24,763	62,883	
Извлечение, %	26,03	67,33	99,23	14,27	40,54	7,54	
Хвосты флотации	89,065	0,284	0	0,01	0,516	4,051	84,204
Содержание, %	0,318	0,000106	0,011	0,578	4,536	94,557	
Извлечение, %	74,68	26,91	0,85	86,07	60,64	92,59	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Невязка	0,235	0,003	0	0,036	0,002	0,079	0,116

Таблица 4. Баланс флотационного обогащения смеси руды 50/50 пробы №3

Поступило материалов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Смесь руды 50/50	100	0,38	0	1,14	0,6	6,68	91,2
Содержание, %	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Получено продуктов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Флотационный концентрат	15,566	0,09	0	1,03	0,065	2,305	12,075
Содержание, %	0,579	0,002	6,618	0,418	14,809	77,574	
Извлечение, %	23,71	70,26	90,37	10,84	34,51	13,24	
Хвосты флотации	84,434	0,29	0	0,113	0,534	4,377	79,12
Содержание, %	0,343	0,000122	0,134	0,633	5,188	93,701	
Извлечение, %	76,27	29,39	9,95	89,07	65,52	86,69	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Невязка	-0,062	0	0	0,004	-0,001	0,002	-0,067

Таблица 5. Баланс флотационного обогащения смеси руды 50/50 пробы №4

Поступило материалов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Смесь руды 50\50	100	0,38	0	1,14	0,6	6,68	91,2
Содержание, %	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Получено продуктов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Флотационный концентрат	11,325	0,035	0	1,052	0,079	1,948	8,211
Содержание, %	0,307	0,002	9,29	0,698	17,202	72,502	
Извлечение, %	9,13	55,16	92,29	13,17	29,16	9	
Хвосты флотации	88,675	0,348	0	0,133	0,526	4,828	82,840
Содержание, %	0,389	0,000146	0,149	0,588	5,4	93,473	
Извлечение, %	91,5	37,34	11,69	87,63	72,27	91,63	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Невязка	0,723	0,002	0	0,045	0,005	0,096	0,575

Таблица 6. Баланс флотационного обогащения смеси руды 50/50 пробы №5

Поступило материалов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Смесь руды 50/50	100	0,38	0	1,14	0,6	6,68	91,2
Содержание, %	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Получено продуктов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Флотационный концентрат	12,595	0,075	0	1,058	0,059	2,273	9,131
Содержание, %	0,594	0,002	8,397	0,467	18,049	72,491	
Извлечение, %	19,7	64,32	92,77	9,8	34,03	10,01	
Хвосты флотации	87,405	0,307	0	0,123	0,542	4,484	81,949
Содержание, %	0,35	0,000119	0,141	0,618	5,114	93,776	
Извлечение, %	80,87	29,77	10,81	90,36	67,13	90,16	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Невязка	0,281	0,002	0	0,041	0,001	0,078	0,159

Таблица 7. Баланс флотационного обогащения смеси руды 50\50 на отсадочном столе пробы №6

Поступило материалов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Смесь руды 50/50	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Содержание, %	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Получено продуктов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Флотационный концентрат	11,519	0,042	0,000193	1,041	0,076	2,593	7,767
Содержание, %	0,51	0,002	9,337	1,15	16,795	72,205	
Извлечение, %	11,065	55,096	91,347	12,671	38,818	8,516	
Хвосты флотации	88,481	0,24	0,000107	0,106	0,282	6,711	81,142
Содержание, %	0,364	0,000141	0,118	0,531	5,419	93,568	
Извлечение, %	63,273	30,624	9,271	46,972	100,466	88,524	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Невязка	-0,408	-0,098	-0,00005	0,007	-0,242	2,624	-2,699

Таблица 8. Баланс флотационного обогащения смеси руды 50/50 пробы №7

Поступило материалов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Смесь руды 50/50	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Содержание, %		0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Получено продуктов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Флотационный концентрат	7,76	0,031	0,000176	0,951	0,049	1,601	5,129
Содержание, %		0,423	0,002	12,09	0,662	18,586	68,237
Извлечение, %		8,066	50,327	83,383	8,148	23,965	5,624
Хвосты флотации	92,24	0,329	0,000144	0,219	0,53	5,908	85,255
Содержание, %		0,376	0,000171	0,231	0,595	5,692	93,105
Извлечение, %		86,502	41,219	19,223	88,265	88,438	92,46
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Невязка	-0,932	-0,021	-0,00003	0,03	-0,022	0,828	-1,748

Таблица 9. Баланс флотационного обогащения смеси руды 50/50 пробы №8

Поступило материалов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Смесь руды 50/50	100	0,38	0	1,14	0,6	6,68	91,2
Содержание, %	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Получено продуктов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Флотационный концентрат	9,791	0,042	0	0,948	0,063	1,939	6,799
Содержание, %	0,433	0,002	9,682	0,646	19,799	69,438	
Извлечение, %	11,16	55,95	83,15	10,54	29,02	7,45	
Хвосты флотации	90,209	0,337	0	0,186	0,536	4,727	84,422
Содержание, %	0,374	0,000175	0,206	0,595	5,246	93,579	
Извлечение, %	88,69	45	16,28	89,36	70,77	92,46	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Невязка	-0,097	-0,001	0	-0,006	-0,001	-0,014	-0,076

Таблица 10. Баланс флотационного обогащения смеси руды 50/50 пробы №9

Поступило материалов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Смесь руды 50/50	100	0,38	0	1,14	0,6	6,68	91,2
Содержание, %	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Получено продуктов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Флотационный концентрат	7,335	0,047	0	0,88	0,046	2,093	4,269
Содержание, %	0,639	0,002	11,992	0,631	28,539	58,197	
Извлечение, %	12,33	41,91	77,16	7,71	31,34	4,68	
Хвосты флотации	92,665	0,337	0	0,296	0,559	4,697	86,776
Содержание, %	0,36	0,00019	0,316	0,598	5,02	93,706	
Извлечение, %	88,64	50,82	25,93	93,25	70,31	96,13	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Невязка	0,896	0,004	0	0,035	0,006	0,11	0,741

Таблица 11. Баланс флотационного обогащения смеси руды 50/50 пробы №10

Поступило материалов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Смесь руды 50/50	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Содержание, %	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Получено продуктов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Флотационный концентрат	8,278	0,049	0,000176	0,95	0,054	2,032	5,194
Содержание, %	0,616	0,002	11,547	0,676	23,114	64,044	
Извлечение, %	12,875	50,379	83,291	8,968	30,424	5,695	
Хвосты флотации	91,722	0,322	0,000154	0,202	0,533	5,184	85,481
Содержание, %	0,359	0,000178	0,218	0,593	5,224	93,606	
Извлечение, %	84,653	44,116	17,737	88,846	77,6	93,935	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Невязка	0,187	-0,009	-0,00002	0,012	-0,013	0,536	-0,338

Таблица 12. Баланс флотационного обогащения смеси руды 50/50 пробы №11

Поступило материалов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Смесь руды 50/50	100	0,38	0	1,14	0,6	6,68	91,2
Содержание, %	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Получено продуктов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Флотационный концентрат	6,974	0,034	0	0,82	0,053	1,648	4,419
Содержание, %	0,488	0,002	11,761	0,756	23,63	63,363	
Извлечение, %	8,96	39,85	71,95	8,79	24,67	4,85	
Хвосты флотации	93,026	0,349	0	0,361	0,553	5,141	86,622
Содержание, %	0,372	0,000195	0,384	0,589	5,474	93,181	
Извлечение, %	91,94	52,41	31,64	92,2	76,97	95,96	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Невязка	0,896	0,003	0	0,041	0,006	0,109	0,736

Таблица 13. Баланс флотационного обогащения смеси руды 50/50 пробы №12

Поступило материалов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Смесь руды 50/50	100	0,38	0	1,14	0,6	6,68	91,2
Содержание, %	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Получено продуктов	Всего, кг	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
Флотационный концентрат	7,639	0,043	0	0,908	0,05	2,065	4,573
Содержание, %	0,561	0,002	11,89	0,661	27,028	59,858	
Извлечение, %	11,28	43,65	79,68	8,42	30,91	5,01	
Хвосты флотации	92,361	0,342	0	0,274	0,555	4,741	86,449
Содержание, %	0,366	0,000179	0,294	0,595	5,08	93,665	
Извлечение, %	89,88	47,65	24,07	92,54	70,97	95,84	
Итого	100	0,38	0,00035	1,14	0,6	6,68	91,2
Невязка	0,958	0,004	0	0,043	0,006	0,125	0,78

Таблица 14. Извлечения элементов в концентрат из данных балансов по флотации 1

№ опыта	Pb	Au	Zn	Cu	Fe	Прочие
1	17,95	55,26	91,37	22,99	25,94	7,25
2	26,03	67,33	102,29	14,27	40,54	7,54
3	23,71	70,26	90,37	10,84	34,51	13,24
4	9,13	55,16	92,29	13,17	29,16	9
5	19,7	64,32	92,77	9,8	34,03	10,01
6	11,065	55,096	91,347	12,671	38,818	8,516
7	8,066	50,327	83,383	8,148	23,965	5,624
8	11,16	55,95	83,15	10,54	29,02	7,45
9	12,33	41,91	77,16	7,71	31,34	4,68
10	12,875	50,379	83,291	8,968	30,424	5,695
11	8,96	39,85	71,95	8,79	24,67	4,85
12	11,28	43,65	79,68	8,42	30,91	5,01

На основе обработки данных методом дробного факторного эксперимента получена зависимость извлечения золота в флотоконцентрат для смеси руд 50/50:

$$Y_{50/50} = B_0 + B_1 * X_1 + B_2 * X_2 + B_3 * X_3 + B_4 * X_4 = \\ = 59,21 + 1,56 * X_1 + 0,27 * X_2 - 1,30 * X_3 - \\ - 2,99 * X_4.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Чу-Илийский рудный пояс. Рудные полезные ископаемые. Алма-Ата, 1980. 274 с.

2. Байысбеков Ш. Рудные объекты юго-восточной части Шу-Илийского рудного пояса с позиций недропользователя // Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы: Вторая международная научно-техническая конференция. Алматы: КазНТУ, 2006. Т. 3. С. 55-61.

3. Байысбеков Ш., Байысбеков Ж.Ш. Результаты разведки и добычи золота на мелких рудных объектах юго-восточной части Шу-Илийских гор // Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы: Вторая международная научно-техническая конференция. Алматы, 2006. Т. 3. С. 61-66.

4. Левин Г.Б. и др. Отчет ЗДП «Кварц». 2001.

5. Байысбеков Ш., Баимбетов Б.С., Сажин Ю.Г. Флотация рядовой руды коры выветривания территории Жаргас // Вестник КазНТУ. 2007. №2.

6. Байысбеков Ш. и др. Способ переработки глинистых золотосодержащих руд. Заявка на патент №2006/1001.1 от 08.09.2006

7. Байысбеков Ш. Флотация смеси богатой (25%) и рядовой (75%) руд коры выветривания территории Жаргас // Вестник КазНТУ. 2007. №2.

Резюме

Жаргас кенорнындағы қатардағы (50%) және алтыны мол жоғары құрамдық (50%) кенді флотациялау нәтижесі көрсетілген.

Summary

In given article is shown the results of flotation mix rich 50% and common 50% ore in the territory of Zhartas.

КазНТУ им. К. И. Сатпаева

Поступила 2.03.07г.

УДК 621.879.3

А. У. ТАБЫЛОВ

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ШЕБНЕРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

Рассмотрены основные требования к качеству устроенной шероховатой поверхностной обработки.

В связи с переходом на качественно новый уровень автоматизации современных битумошечнераспределителей типа «Чипсилер», «Совалко», «Шафер» и др. задача выбора методов автоматизации щебнераспределителей является актуальной. Однако эти машины не в полной мере используют возможности информатизации и автоматизации на базе IBM PC-совместимых индустриальных компьютеров формата Micro-PC.

При автоматизации дискретных производств в дорожном машиностроении значительные труд-

ности представляет проектирование вспомогательного оборудования, предназначенного для транспортирования, загрузки и автоматического ориентирования объектов производства и рабочих органов технологических комплексов, особенно при реализации технологических процессов поверхностной обработки, например, измерительных операций.

В отечественной и зарубежной науке и дорожном машиностроении и применении технологических транспортируемых манипуляторов этой