

==== СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ =====**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ВОДНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ
ОБОЖЖЕННЫХ ОТХОДОВ**

Молдурушку М.О.*, Очур-оол А.П.**, Кара-Сал Б.К.**

*ТувИКОПР СО РАН,

**Тувинский государственный университет

**INFLUENCE OF PARAMETERS OF OPTIMISATION AT WATER DISSOLUTION
OF THE BURNT DUMPS**

Moldurushku M.O., Ochur-ool A.P., Kara-Cal B.K.

Аннотация. В настоящей статье исследован процесс водного выщелачивания обожженных отходов (растворение в воде арсената натрия) с применением многофакторного планирования эксперимента. Получена математическая модель зависимости извлечения в раствор мышьяка. Определены оптимальные условия процесса. Результаты опытов показали, что содержание мышьяка снижается с 2,9% в исходном продукте обжига до 0,9% в продукте от водного выщелачивания.

Ключевые слова: обожженный отход, водное выщелачивание, мышьяк, математическая модель, продукт от водного выщелачивания, степень извлечения.

Annotation. The process dissolution in water of the burnt dumps (arsenate sodium) is investigated in work with application of factorial planning experiment. The mathematical model of dependence of extraction in a solution of arsenic is received. The optimum conditions of process are certain. The maintenance of arsenic decreases about 2,9% in burnt dumps to 0,9% in product from water dissolution as a result of experiences.

Key words: the burnt dumps, water dissolution, arsenic, mathematical model, product from water dissolution, degree of extraction.

Мышьяксодержащие отходы от переработки никель-кобальтовых руд Хову-Аксынского месторождения, подвергаясь ветровой и водной эрозии, представляют серьезную опасность для окружающей среды и человека, прежде всего для жителей села Сайлыг и поселка Хову-Аксы. В связи с этим представляются актуальным вопросы изучения возможности очистки отходов от мышьяка, что требует изучения процессов, протекающих при отделении вредного компонента из попутных продуктов промышленности. В работах [1, 2] приведены результаты исследований по удалению мышьяка из отходов комбинированным способом.

Целью настоящей работы является исследование процесса водного выщелачивания обожженных отходов (растворение в воде арсената натрия), полученных в процессе обжига отходов с содой. Объектом исследования являются содержащие мышьяк отходы от переработки

никель-кобальтовых руд – отходы извлечения кобальтового концентрата.

Работа выполнялась по следующей методике. Исходным материалом для исследования служил обожженный отход [1, 2]. Для проведения опытов были отобраны пробы обожженных отходов с массой 50 г. Содержание мышьяка в исходных пробах обожженных отходов составила 2,64%. Выщелачивание обожженных отходов проводили в дистиллированной воде в стеклянных колбах с мешалкой. После окончания процесса водного выщелачивания пульпа фильтруется, осадок промывается на фильтре горячей водой, проводится высушивание осадка в сушильном шкафу в течение 1 часа при температуре 110⁰С.

В работе был использован метод многофакторного планирования эксперимента, который предполагает одновременное изменение всех факторов, влияющих на процесс [3]. В нашей модели изучали влияние 4 переменных факторов: температуры (X_1), продолжительности

выщелачивания (X_2), соотношения твердой и жидкой фаз Т:Ж (X_3), скорости перемешивания (X_4) (таблица 1). Исходя из анализа влияния различных факторов нами

были установлены нижние и верхние фиксированные значения, которые называются уровнями варьирования.

Таблица 1

Факторы эксперимента процесса водного выщелачивания обожженных отходов

Факторы	Обозначение факторов	Уровни варьирования	
		$X_{i,min}$ (нижний)	$X_{i,max}$ (верхний)
Температура выщелачивания, °С	X_1	30	60
Продолжительность выщелачивания, мин	X_2	30	60
Соотношение твердой и жидкой фаз Т:Ж, мл	X_3	1:3 или 150 мл	1:5 или 250 мл
Скорость перемешивания, об/мин	X_4	50	100

Множество возможных сочетаний уровней факторов определяет множество состояний данного объекта и, следовательно, число возможных различных опытов, равно: $N=p^k$, где p -число уровней факторов; k – число факторов. Для нашей модели получаем: $N=2^4$, т.е. количество серий опытов – 16. Функциями отклика на изменение переменных факторов были выбраны содержание мышьяка в продукте от водного выщелачивания (C , %) и степень извлечения мышьяка в раствор (Y , %). Матрица планирования и результаты опытов по водному выщелачиванию обожженных отходов приводятся в таблице 2.

В результате обработки экспериментальных данных получены адекватные математические модели или следующие виды линейных уравнений:

– содержание мышьяка в продукте от водного выщелачивания, %:

$$C=1.0772-0,0521.X_1+0,0199.X_2-0,0389.X_3+0,0267.X_4; \quad (1)$$

– степень извлечения мышьяка в раствор, %:

$$Y=71,485+1,9743.X_1-0,7556.X_2+1,4768.X_3-1,0156.X_4 \quad (2)$$

Таблица 2

Матрица планирования и результаты опытов по водному выщелачиванию обожженных отходов

№ опыта	X_1	X_2	X_3	X_4	C %	Y %
	Т°С	Время, мин	Т:Ж	Перемеш, об/мин		
1	30	30	1:3	50	1,03	73,0
2	60	30	1:3	50	1,02	73,4
3	30	60	1:3	50	1,16	68,1
4	60	60	1:3	50	1,03	72,6
5	30	30	1:5	50	1,07	70,6
6	60	30	1:5	50	0,94	76,3
7	30	60	1:5	50	1,10	70,5
8	60	60	1:5	50	1,00	74,9
9	30	30	1:3	100	1,30	63,3
10	30	60	1:3	100	1,18	67,7
11	60	60	1:3	100	1,11	70,5
12	30	30	1:5	100	1,03	71,7
13	60	30	1:5	100	0,96	75,9
14	30	60	1:5	100	1,14	68,8
15	60	60	1:5	100	1,02	74,4
16	60	30	1:3	100	1,08	71,3

Из уравнения (2) видно, что значительное влияние на степень извлечения мышьяка в раствор оказывают в первую очередь температура и соотношение твердой и жидкой фаз (Т:Ж). Увеличение их значений будет положительно сказываться на степени извлечения мышьяка. Так, при температуре 60⁰С и соотношении Т:Ж=1:5 степень

извлечения мышьяка возрастает до 75-76% (таблица 2, оп. 6, 8, 13). Фактор X₄ в эксперименте при высоком его значении неадекватно описывал влияние перемешивания на процесс выщелачивания.

По полученной математической модели проведена дальнейшая оптимизация, результаты которой приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты оптимизации водного выщелачивания обожженных отходов

№ опыта	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	С, %	У, %
	Т ⁰ С	Время, мин	Т:Ж	Перемеш. об/мин		
17	70	30	1:5	50	1,08	75,4
18	70	30	1:6	50	0,99	78,7
19	70	30	1:7	50	0,98	80,4
20	80	30	1:7	50	1,00	80,1
21	90	30	1:7	50	0,99	80,3

В этой серии опытов содержание мышьяка в исходных пробах обожженного отхода составило 2,92%. Из таблицы 3 видно, что в результате увеличения соотношений Т:Ж до 1:7, а также температуры до 70-90⁰С в опытах 18-21 наблюдается повышение степени извлечения мышьяка в раствор до 78-80%. Как видно из таблицы, наиболее высокая степень извлечения мышьяка 80,4% наблюдается в опыте 19 при температуре 70⁰С, соотношении Т:Ж=1:7, продолжительности 30 мин.

Таким образом, в результате факторного эксперимента выявлены следующие оптимальные условия проведения водного выщелачивания обожженных отходов: температура 70⁰С, соотношение твердой и жидкой фаз Т:Ж=1:7, продолжительность выщелачивания 30 мин. При этом степень извлечения мышьяка в раствор составила 80%, остаточное содержание мышьяка в продукте от водного выщелачивания составило 0,9%. Проведенные опыты показали возможность снижения содержания мышьяка с 2,9% в

исходном обожженном отходе до 0,9% в продукте от водного выщелачивания. Полученный продукт от водного выщелачивания с низким остаточным содержанием мышьяка пригоден в качестве вторичного сырья для извлечения цветных металлов. Арсенатно-карбонатный раствор используется для получения товарной продукции мышьяка для консервации древесины, производства противобрастающих покрытий корпусов морских судов.

Литература:

1. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента. – М.: Изд-во «Металлургия», 1968.-155 с.
2. Каминский Ю. Д., Копылов Н. И. Вывод мышьяка из отвалов кобальтового производства // Первый Международный конгресс «Цветные металлы Сибири – 2009», 8-10 сентября, 2009 г., Красноярск, с. 513-515.
3. Молдурушкун Р.О., Каминский Ю.Д., Копылов Н.И., Полугрудов А.В., Шоева Т.Е. Переработка шламов комбината «Тувакобальт» с получением продуктов мышьяка //Второй Международный конгресс «Цветные металлы Сибири – 2010», 2-4 сентября 2010, Красноярск, с. 243-246.