

УДК 669.046.428:547.412.123

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ХЛОРИДОВОЗГОНКИ Zn ИЗ ТРУДНООБОГАТИМОЙ РУДЫ В ПРИСУТСТВИИ ХЛОРОФОРМА

Г.А.Битанова, В.М.Шевко  
ЮКГУ им. М.Ауезова, г.Шымкент

Для определения оптимальных условий хлоридовозгонки Zn и Pb из труднообогатимой руды нами использован метод рототабельного планирования [1].

В качестве целевой выходной переменной выбрана степень хлоридовозгонки металла (Zn, Pb), % (Y). Входными параметрами (факторы) являлись:  $Z_1$  - температура процесса, К;  $Z_2$  - продолжительность процесса, мин. Диапазоны изменения факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Исходные данные для планирования экспериментов

Интервалы варьирования	Кодированный вид		Натуральный вид	
	$x_1$	$x_2$	$Z_1$ , К	$Z_2$ , мин.
Нижний уровень	-1	-1	1173	35
Верхний уровень	+1	+1	1273	55
Нулевой уровень	0	0	1223	45
Интервал варьирования	$\Delta$	$\Delta$	50	10
Плечо + $\alpha$	+1,41	+1,41	1293	59
Плечо - $\alpha$	-1,41	-1,41	1153	31

План и результаты проведенных экспериментов в натуральном масштабе переменных приведены в таблице 2.

Таблица 2 - План и результаты экспериментов по хлоридовозгонке Zn

№ опыта	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	У <sub>эсп</sub> (Zn), %
1	1173	35	64,6
2	1273	35	83,8
3	1173	55	87,3
4	1273	55	95,8
5	1293	45	97,1
6	1153	45	78
7	1223	59	98,5
8	1223	31	74,3
9	1223	45	88,4
10	1223	45	88,8
11	1223	45	88
12	1223	45	88,5
13	1223	45	89,2

Результаты экспериментов были обработаны по методикам [1-3]. В таблице 3 приведены значения коэффициентов уравнения регрессии. Проверка значимости по критерию Стьюдента показала, что все коэффициенты оказались значимыми. Использование критерия Фишера подтвердило адекватность полученного уравнения.

Таблица 3- Коэффициенты уравнения регрессии

Натуральный масштаб		Безразмерный масштаб	
a <sub>0</sub>	-1401,649310	b <sub>0</sub>	88,58
a <sub>1</sub>	1,923384	b <sub>1</sub>	6,838935
a <sub>2</sub>	9,358385	b <sub>2</sub>	8,615496
a <sub>11</sub>	-0,000632	b <sub>11</sub>	-1,54
a <sub>22</sub>	-0,021660	b <sub>22</sub>	-2,115
a <sub>12</sub>	-0,005350	b <sub>12</sub>	-2,675

В кодированном виде уравнение регрессии имеет вид:

$$Y_{\text{эсп}}(Zn) = 88,58 + 6,8389 \cdot x_1 + 8,615 \cdot x_2 - 1,54 \cdot x_1^2 - 2,115 \cdot x_2^2 - 2,675 \cdot x_1 \cdot x_2 \quad (1)$$

В натуральном виде уравнение принимает вид:

$$Y_{\text{эсп}}(Zn) = 1401,649 + 1,923 \cdot T + 9,358 \cdot \tau - 0,00063 \cdot T^2 - 0,021 \cdot \tau^2 - 0,005 \cdot T \cdot \tau \quad (2)$$

В таблице 4 приведены результаты сравнения результатов эксперимента и расчета по полученному уравнению регрессии, показывающие высокую точность полученного уравнения регрессии.

Таблица 4 - Результаты расчета степени хлоридовозгонки Zn и сопоставление их с экспериментальными данными

№ опыта	У <sub>эсп.</sub>	У <sub>расч.</sub>	У <sub>эсп.</sub> - У <sub>расч.</sub>	Относительная ошибка, %
1	64,60000	66,65939	-2,05939	-3,19
2	83,80000	85,75687	-1,95687	-2,34
3	87,30000	89,32758	-2,02758	-2,32
4	95,80000	97,72505	-1,92505	-2,01
5	97,10000	95,14038	1,95962	2,02
6	78,00000	75,89391	2,10609	2,70
7	98,50000	96,48985	2,01015	2,04
8	74,30000	72,24439	2,05561	2,77

9	88,40000	88,61252	-0,21252	-0,24
10	88,80000	88,61252	0,18748	0,21
11	88,00000	88,61252	-0,61252	-0,70
12	88,50000	88,61252	-0,11252	-0,13
13	89,20000	88,61252	0,58748	0,66
Суммарная относительная ошибка, %				-0,042

На основе полученного уравнения с использованием системы Mathcad-12 построены графики зависимостей степени хлоридовозгонки Zn от режимных параметров, приведенные на рисунках 1 и 2.

Обработкой результатов экспериментов по хлоридовозгонке свинца получено уравнение регрессии. В кодированном виде уравнение регрессии имеет вид:

$$Y_{\text{эксп (Pb)}} = 92,48 + 6,710 \cdot x_1 + 6,9323 \cdot x_2 - 2,127 \cdot x_1^2 - 2,102 \cdot x_2^2 - 3,025 \cdot x_1 \cdot x_2. \quad (3)$$

В натуральном виде уравнение принимает вид:

$$Y_{\text{эксп (Pb)}} = 1777,832 + 2,529 \cdot T + 10,025 \cdot \tau - 0,00087 \cdot T^2 - 0,021 \cdot \tau^2 - 0,006 \cdot T \cdot \tau. \quad (4)$$

Сопоставление результатов хлоридовозгонки Zn и Pb свидетельствует о том, что Zn отгоняется хуже, чем свинец, поэтому оптимизацию процесса следует проводить по Zn. Как следует из рисунка 1 хлоридовозгонка Zn от 95 до 97% и выше обеспечивается режимом, определяемым площадью фигуры ABC, т.е. температурой 1220-1300K и продолжительностью – 55-44 мин.

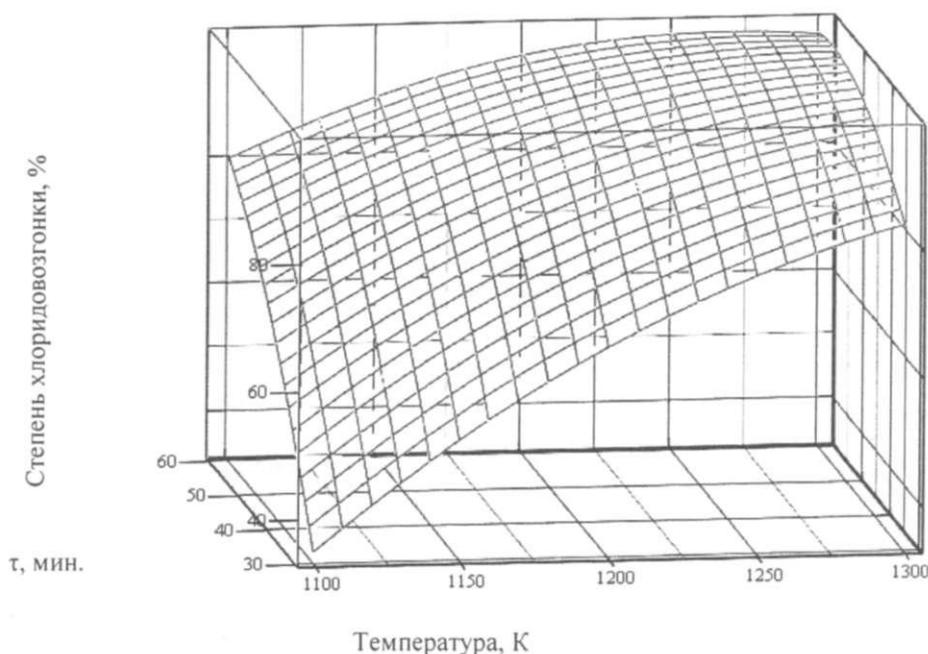
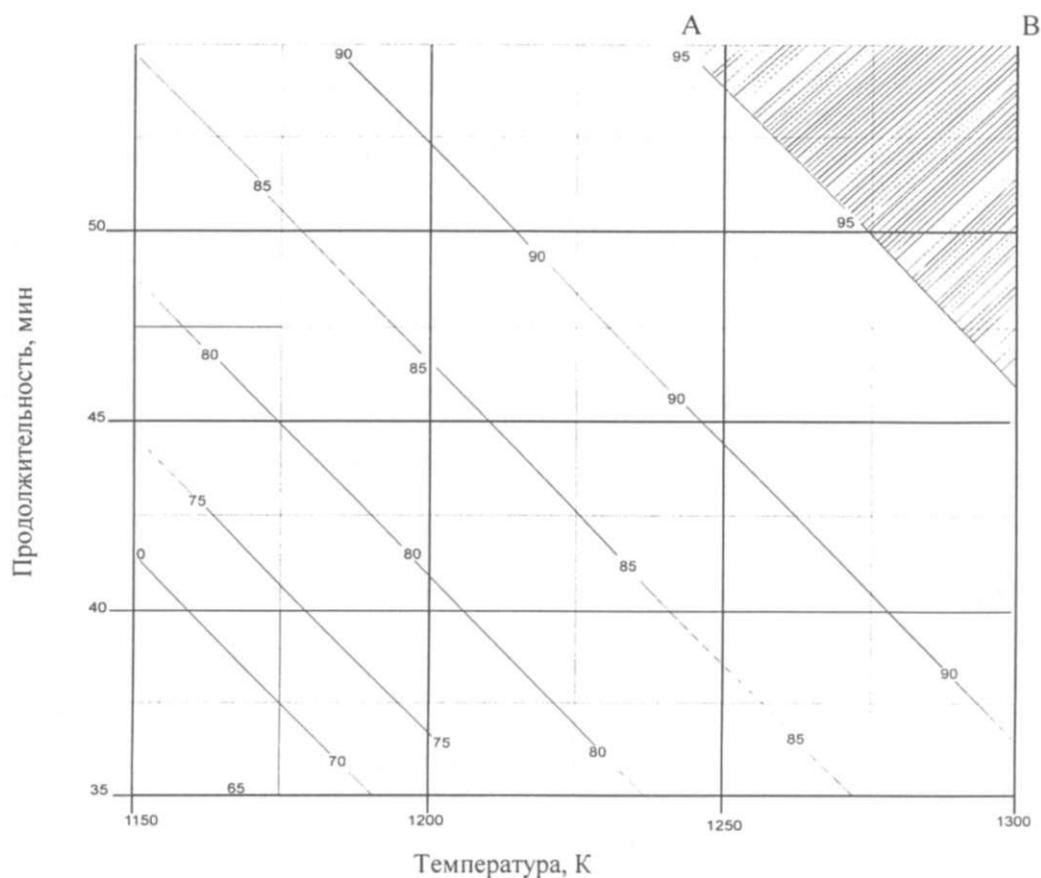


Рисунок 1 – Изменение поверхности отклика (степень хлоридовозгонки Zn, %) в зависимости от температуры и продолжительности опытов



Цифры на линиях – степень хлоридовозгонки Zn, %

Рисунок 2 – Влияние температуры и продолжительности опытов на степень хлоридовозгонки Zn

### Литература

- 1 Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Учебное пособие для ВУЗов. – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. -327с.
- 2 Рузинов Л.П. Статистические методы оптимизации химических процессов. – М.: Химия, 1972.
- 3 Рузинов Л.П., Слободчикова Р.И. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Химия, 1980.

### Қорытынды

Мақалада оптималды көрсеткіштерді анықтау мақсатында 31–59 мин. бойына 1153–1293 К аралығында Ащысай кенінен мырыш пен қорғасынды хлорлы айдаудың оптимизация нәтижелері келтірілген.

### Summary

In clause with the purpose of definition of optimum parameters the results of optimization chloridation Zn and Pb from Achisay of ore in a temperature interval 1153-1293 K during 31-59 mines are given.