

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ХЛОРИДОВОЗГОНКИ Co ИЗ ОТРАБОТАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ПРИСУТСТВИИ CaCl<sub>2</sub> и Ca(OH)<sub>2</sub>

Н.Б.Бадирова, В.М.Шевко, А.М.Инков  
ЮКГУ им. М.Ауезова, г.Шымкент

В работе приводятся результаты исследований хлоридовозгонки кобальта из отработанных катализаторов в присутствии CaCl<sub>2</sub> и Ca(OH)<sub>2</sub>.

Для определения оптимальных параметров проведения процесса был применен метод планирования эксперимента с использованием ротатабельного планирования второго порядка [1].

Хлоридовозгонку проводили в горизонтальной печи при температуре (от 832 до 1168<sup>0</sup>С) – Z<sub>1</sub>, выдержке (от 14,8 до 65,2 мин) – Z<sub>2</sub>, количестве хлорирующего агента CaCl<sub>2</sub> (марки “хч”) и добавки Ca(OH)<sub>2</sub> (от 0 до 200% для теоретически необходимого к CaCl<sub>2</sub>) – Z<sub>3</sub>.

Интервалы варьирования независимых переменных приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Интервалы варьирования независимых переменных.

Диапазон варьирования	Кодированный вид			Натуральный вид		
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	Z <sub>1</sub> , °С	Z <sub>2</sub> , мин.	Z <sub>3</sub> , Ca(OH) <sub>2</sub>
Нижний уровень	-1	-1	-1	900	25	40,5
Верхний уровень	+1	+1	+1	1100	55	159,5
Нулевой уровень	0	0	0	1000	40	100
Интервал варьирования	Δ	Δ	Δ	100	15	59,5
Плечо + α	+1,68	+1,68	+1,68	1168	65,2	200
Плечо – α	-1,68	-1,68	-1,68	832	14,8	0

Таблица 2 - Матрица планирования и результаты эксперимента по хлоридовозгонке кобальта из отработанных катализаторов в присутствии CaCl<sub>2</sub> и Ca(OH)<sub>2</sub>

№ оп	Безразмерные входы			α <sub>хл</sub> Co, % (экспериментальное)	α <sub>хл</sub> Co, % (расчетное)
	X1	X2	X3		
1	1	1	1	98,1	100,9352
2	-1	1	1	78,3	78,1152
3	1	-1	1	91,1	90,4939
4	-1	-1	1	66,7	67,6739
5	1	1	-1	81,3	80,7121
6	-1	1	-1	67,5	68,4921
7	1	-1	-1	72,3	72,8708
8	-1	-1	-1	63,1	60,6508
9	1,681793	0	0	95,0	93,7843
10	-1,681793	0	0	63,8	64,3194
11	0	1,681793	0	87,1	85,3887
12	0	-1,681793	0	69,0	70,0150
13	0	0	1,681793	89,1	87,4075
14	0	0	-1,681793	63,5	64,4963
15	0	0	0	77,0	78,8135
16	0	0	0	78,7	78,8135
17	0	0	0	78,8	78,8135
18	0	0	0	81,0	78,8135
19	0	0	0	78,8	78,8135
20	0	0	0	79,0	78,8135

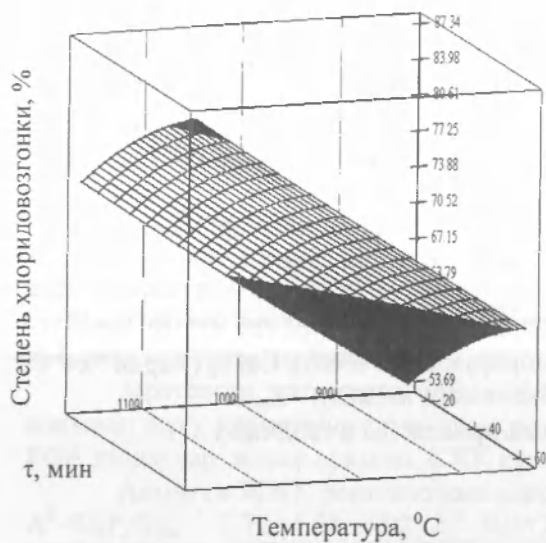


Рисунок 1 – Влияние температуры и продолжительности опытов ( $\tau$ ) на форму поверхности отклика – степень хлоридовозгонки  $Co$  при содержании  $Ca(OH)_2$  40,5%

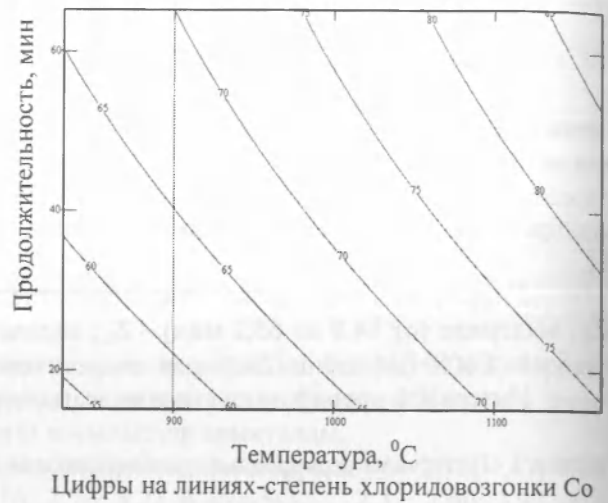


Рисунок 2 – Влияние температуры и продолжительности опытов на степень хлоридовозгонки  $Co$  при содержании  $Ca(OH)_2$  40,5%

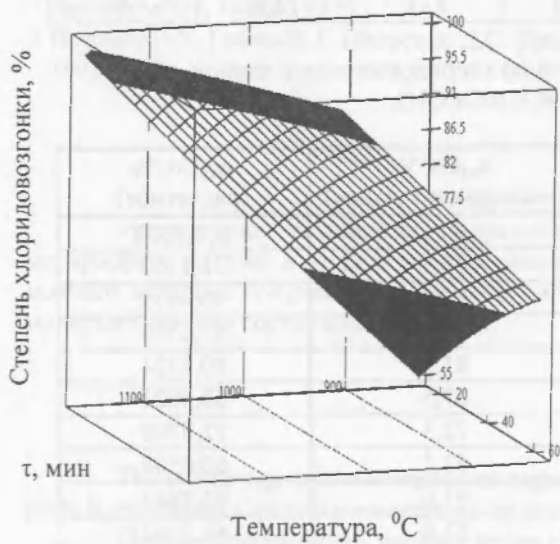


Рисунок 3 – Влияние температуры и продолжительности опытов ( $\tau$ ) на форму поверхности отклика – степень хлоридовозгонки  $Co$  при содержании  $Ca(OH)_2$  200%



Рисунок 4 – Влияние температуры и продолжительности опытов на степень хлоридовозгонки  $Co$  при содержании  $Ca(OH)_2$  200%

В таблице 2 приведена матрица планирования эксперимента по хлоридовозгонке кобальта из отработанных катализаторов в присутствии  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

После обработки данных на ЭВМ было получено следующее уравнение регрессии степени хлоридовозгонки  $\text{Co}$  ( $\alpha_{\text{хл}}\text{Co}$ , %) в кодированном виде:

$$\alpha_{\text{хл}}\text{Co} = 78.814 + 8.759 \cdot x_1 + 4.571 \cdot x_2 + 6.812 \cdot x_3 + 0.084 \cdot x_1^2 - 0.393 \cdot x_2^2 - 1.012 \cdot x_3^2 + 0 \cdot x_1 \cdot x_2 + 2.650 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0.650 \cdot x_2 \cdot x_3$$

Проверка значимости по критерию Стьюдента показала, что все коэффициенты оказались значимы. Полученное уравнение адекватно описывает процесс, так как расчетный критерий Фишера (3,3) меньше табличного (5,1) [2,3].

На основе полученного уравнения с использованием системы Mathcad-12 построены графики зависимостей степени хлоридовозгонки  $\text{Co}$  от режимных параметров, приведенные на рисунках 1-4.

На рисунках 1 и 3 приведена форма поверхности отклика в зависимости от содержания  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (40,5% для рисунка 1 и 200% для рисунка 3). Выполненные сечения этих поверхностей показаны на рисунках 2 и 4. На основании полученных данных можно сделать вывод, что для достижения >90% (площадь ABCDE, рисунок 4) извлечения кобальта хлоридовозгонку необходимо проводить при  $T=960-1168^\circ\text{C}$ ,  $\tau=14,8-65$  мин,  $\text{Ca}(\text{OH})_2=200\%$  и  $\text{CaCl}_2=180\%$  (от теоретически необходимого для хлорирования металла).

#### Литература

- 1 Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Учебное пособие для вузов. - 2-е издание, перераб. и дополненное. - 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

Бұл мақалада кальций хлориді мен  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  қатысуымен өңделген катализаторлардан  $\text{Co}$ -ты хлорлы айдау зерттеулері келтірілген. Процестің оптимальді параметрлерін анықтау үшін экспериментті жоспарлау әдісі қолданылған. Зерттеу 40,5-200% шамада  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ның қатысуымен температураның  $832-1168^\circ\text{C}$ , уақыттың 14,8-65,2 мин аралықтарында жүргізілген. Оптимальді параметрлер катализаторлардан  $\text{Co}$ -тын >90% бөлінгенін анықтады.

#### Summary

The article presents the research results of cobalt chloridation from used catalyzers by means  $\text{CaCl}_2$  in the presence  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . To define optimal parameters of the process procedure the methods of the experiment planing have been applide. The research has carried on in the ranges of temperatures  $832-1168^\circ\text{C}$ , time 14.8-65.2 min, additive  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  in the quality 40,5% and 200%. Optimal parameters, providing more 90% of cobalt extraction from catalyzers have been found.