

УДК 669.2/.8

**ОПТИМИЗАЦИЯ ХЛОРИДОВОЗГОНКИ Ni ИЗ ОТРАБОТАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ
В ПРИСУТСТВИИ CaCl_2 И Ca(OH)_2**

Н.Б.Бадирова, В.М.Шевко, С.Т.Тлеуова
ЮКГУ им. М.Ауезова, г.Шымкент

В статье приводятся результаты исследований хлоридовозгонки никеля из отработанных катализаторов в присутствии CaCl_2 и Ca(OH)_2 .

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

Хлоридовозгонку проводили в вертикальной печи при температуре от 832 до 1168⁰С – Z₁, выдержке от 14,8 до 65,2 мин – Z₂, в количестве Ca(OH)₂ от 0 до 200% для теоретически необходимого к CaCl₂ для его разложения по реакции: CaCl₂+Ca(OH)₂=2CaO+2HCl - Z₃. Постоянными параметрами в процессе проведения опытов были: количество CaCl₂ – 10% от массы катализатора и скорость подачи воздуха в реакционное пространство 0,8-1,5 л/мин. Опыты проводили в вертикальной трубчатой печи.

Интервалы варьирования независимых переменных приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Интервалы варьирования независимых переменных

Интервалы варьирования	Кодированный вид			Натуральный вид		
	x ₁	x ₂	x ₃	Z ₁ , °С	Z ₂ , мин.	Z ₃ , % Ca(OH) ₂
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

Матрица планирования эксперимента по хлоридовозгонке никеля из отработанных катализаторов в присутствии CaCl₂ и Ca(OH)₂ приведена в таблице 2.

Таблица 2 - Матрица планирования и результаты эксперимента по хлоридовозгонке никеля из отработанных катализаторов в присутствии CaCl₂ и Ca(OH)₂

№ опыта	Безразмерные входы			α _{хл} Ni, % (эксп.)	α _{хл} Ni, % (расч.)
	x ₁	x ₂	x ₃		
1	1	1	1	85,0	84,4788
2	-1	1	1	75,7	73,9800
3	1	-1	1	67,8	67,0926
4	-1	-1	1	50,6	49,7438
5	1	1	-1	77,7	78,1831
6	-1	1	-1	56,7	57,0343
7	1	-1	-1	59,0	60,3469
8	-1	-1	-1	32,2	32,3481
9	1,681793	0	0	80,0	79,3849
10	-1,681793	0	0	46,0	47,0124
11	0	1,681793	0	75,4	75,9880
12	0	-1,681793	0	40,8	40,6094
13	0	0	1,681793	76,1	78,1097
14	0	0	-1,681793	59,8	58,1877
15	0	0	0	70,3	68,3459
16	0	0	0	68,6	68,3979
17	0	0	0	67,9	68,3979
18	0	0	0	70,6	68,3979
19	0	0	0	69,1	68,3879
20	0	0	0	64,4	68,3979

После обработки данных на ЭВМ было получено следующее уравнение регрессии степени хлоридовозгонки Ni (α_{хл}Ni, %) в кодированном виде:

$$\alpha_{\text{хл}}\text{Ni}=79,162+6,275\cdot x_1+6,915\cdot x_2-0,549\cdot x_3-5,648\cdot x_1^2+1,476\cdot x_2^2-3,880\cdot x_3^2-1,263\cdot x_1\cdot x_2+0,388\cdot x_1\cdot x_3+3,938\cdot x_2\cdot x_3.$$

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

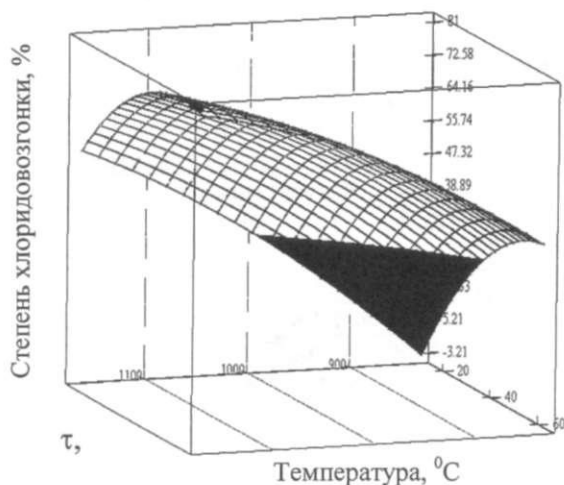
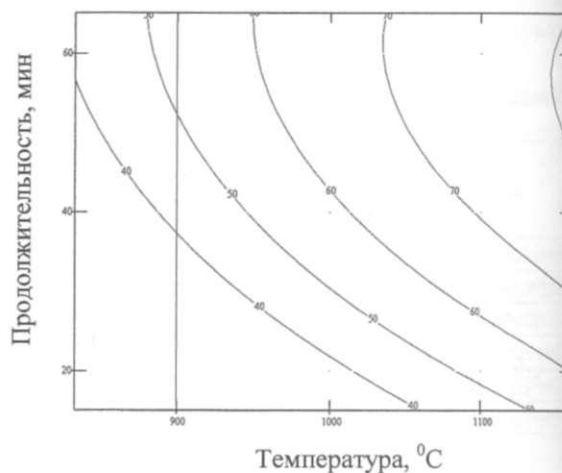


Рисунок 1 – Влияние температуры и продолжительности опытов (τ) на форму поверхности отклика – степень хлоридовозгонки Ni при содержании Ca(OH)_2 40,5%



Цифры на линиях-степень хлоридовозгонки Ni

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

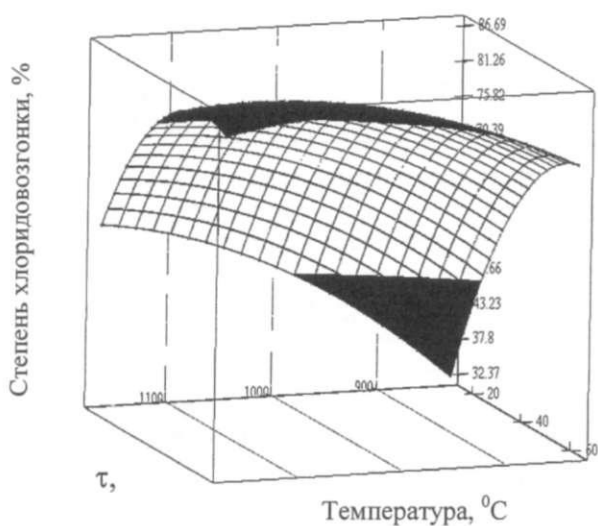
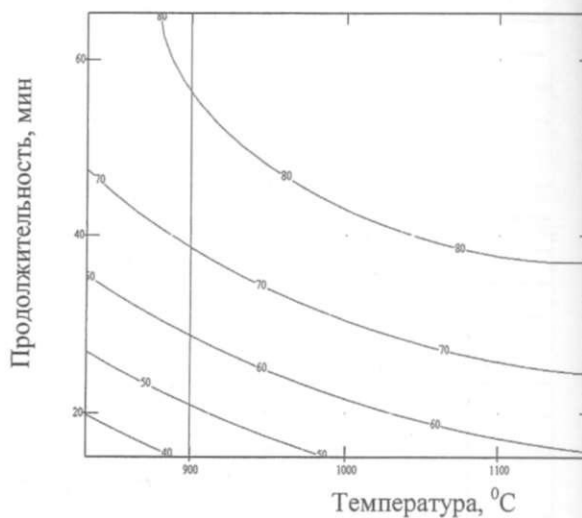


Рисунок 3 – Влияние температуры и продолжительности опытов (τ) на форму поверхности отклика – степень хлоридовозгонки Ni при содержании Ca(OH)_2 200%



Цифры на линиях-степень хлоридовозгонки Ni

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

На основе полученного уравнения с использованием системы Mathcad-12 построены графики зависимостей степени хлоридовозгонки Ni от независимых переменных. На рисунках 1 и 3 приведена форма поверхности отклика $\alpha_{\text{хл}}\text{Ni}$, % в зависимости от содержания $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Выполненные сечения этих поверхностей показаны на рисунках 2 и 4, из которых следует, что для достижения >89% извлечения никеля 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 Ni-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 Ni-тың >90 бөлінгенін анықтады.

Summary

The article presents the research results of nickel chloridation from used catalyzers by means 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 nickel extraction from catalyzers have been found.