

КИНЕТИКА ЭКСТРАКЦИИ МЕДИ ЭКСТРАГЕНТОМ LIX 984N

Экстрагент LIX 984N используется для экстракции меди из кислых сульфатных растворов [1]. Он представляет собой смесь оксиоксимов: 5-нитро-2-гидрокси-5-нонилалдоксима и 2-гидрокси-5-нонилалетофероноксим, которые обеспечивают как высокую селективность экстрагента по меди, так и его высокую способность к реэкстракции. На сегодня LIX 984N является наиболее эффективным экстрагентом меди из кислых сульфатных растворов.

В настоящей работе приведены результаты исследований кинетических параметров экстракции меди из кислых сульфатных растворов. Кинетические параметры устанавливали методом диффузионных ячеек с перемешиванием [2]. В процессе экстракции удельная поверхность контактирующих фаз при выбранной скорости перемешивания оставалась постоянной. Медьсодержащий модельный сульфатный раствор содержал

2,5 г/л меди, величина pH = 2. Методом йодометрией через определенные промежутки времени измеряли количество меди, перенесенной из водной фазы в органическую фазу. Скорость перемешивания составляла 8,3 с⁻¹ (500 об/мин).

Для определения скорости и порядка реакции экстракции было проведено исследование влияние концентрации металла в исходном растворе на извлечение меди при постоянной температуре и постоянной величине pH. Исходную концентрацию меди варьировали от 2,5 до 7,5 г/л, температура 25°C, pH=2 (табл. 1, рис. 1).

Удельная поверхность контактирующих фаз в процессе экстракции остается постоянной, поэтому начальную скорость определяли по тангенсу угла наклона прямолинейных участков кинетических кривых (рис. 1). Логарифм константы скорости ($\lg W$) экстракции приведен в табл. 1.

Таблица 1. Влияние времени экстракции и концентрации меди в исходном растворе на скорость процесса

C_{Cu} , моль/л	t						$\lg C_{\text{исх}}$	$\lg W$
	30	60	90	120	150	180		
	Количество извлеченной меди $Q \cdot 10^{-3}$ моль							
0,0394	0,01	0,58	1,43	2,97	2,97	2,99	-1,688	-2,449
0,0787	3,88	5,97	11,32	13,37	13,45	13,20	-1,103	-2,056
0,1180	5,67	11,02	18,50	21,78	21,78	21,62	-0,802	-1,711

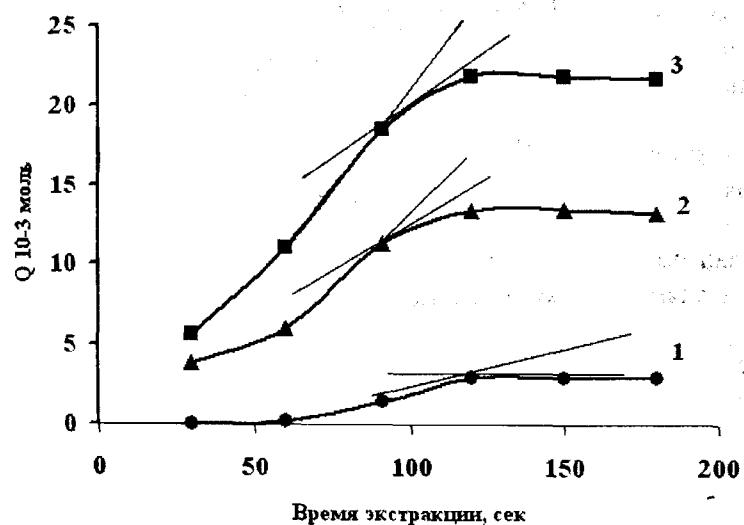


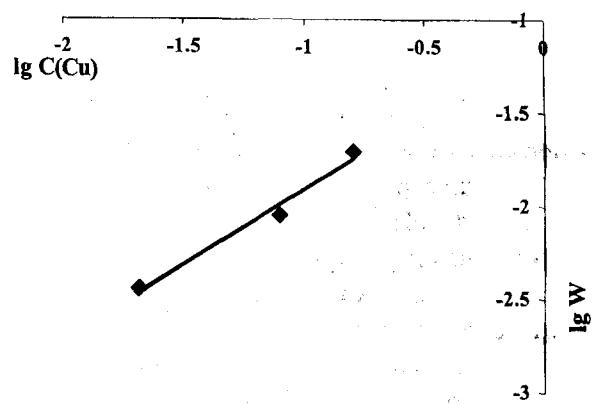
Рис. 1. Кинетические кривые экстракции меди при концентрациях меди в исходном растворе, г/л: 1 - 2,5; 2 - 5,0; 3 - 7,5

Скорость экстракции описывается уравнением [2]:

$$W = K \cdot F \cdot C_{\text{нач}}^n, \quad (1)$$

где W – скорость экстракции; K – кажущаяся константа скорости экстракции; F – удельная поверхность раздела реакции; $C_{\text{нач}}^n$ – начальная концентрация экстрагируемой меди; n – кажущийся порядок реакции.

При логарифмировании уравнения скорости реакции:

Рис. 2. Зависимость $\lg W = f(\lg C_{Cu})$

$$\lg W = \lg K + \lg F + n \cdot \lg C_{\text{нач}}^n. \quad (2)$$

Последнее уравнение имеет прямую зависимость с углом наклона, тангенс которого соответствует n . Как видно из рис. 2, зависимость логарифма скорости экстракции от логарифма концентрации меди в исходном растворе аппроксимируется в прямую линию. Отсюда кажущийся порядок реакции, определяемый по методу Вант-Гоффа [3] равен ~1.

В табл. 2 приведена зависимость скорости экстракции меди от температуры при $C(Cu)=2,5$ г/л, величина pH исходного раствора = 2, отношение контактирующих фаз $O:B = 1:2$. Согласно результатам (табл. 2) с увеличением температуры скорость экстракции несколько уменьшается.

Зависимость константы скорости химической реакции от температуры описывается уравнением Аррениуса:

$$K_s = K_0 \cdot e^{\frac{-E_A}{RT}}, \quad (3)$$

где T – абсолютная температура, К; K_0 – предэкспоненциальный множитель, с^{-1} ; E – энергия активации, кДж/моль; R – универсальная газовая постоянная 8,3144 Дж/моль·град.

Таблица 2. Влияние температуры на скорость процесса экстракции

T, °C	t, сек					C _{Cu} , моль/л	lg W
	30	60	90	120	150		
	Количество извлеченной меди Q·10 ⁻³ моль						
20	0,01	0,39	1,27	2,52	2,52		-2,601
25	0,01	0,58	1,43	2,97	2,97		-2,449
30	0,08	1,43	5,11	5,11	6,32	0,0394	-2,385
35	0,18	1,93	5,25	5,67	6,77		-2,289
45	0,28	2,22	5,73	6,18	7,13		-2,183

В логарифмическом виде уравнение можно записать:

$$\lg K_s = \lg K_0 - \frac{E}{2,303RT}. \quad (4)$$

По зависимости константы скорости экстракции меди от температуры в аррениусовских координатах была определена величина энергии активации процесса экстракции - по тангенсу угла наклона прямой зависимости $\lg K_s = f(1/T)$. Расчитанные значения кажущихся констант скоростей экстракции экстрагентом LIX 984N из медьсодержащего раствора (2,5 г/л) приведены в табл. 3.

Таблица 3. Зависимость логарифма кажущейся константы скорости экстракции меди от температуры

T, K	1/T·10 ³ (1/K)	lg W	lg K
293	3,411	-2,601	-2,46716
298	3,298	-2,449	-2,48173
303	3,245	-2,385	-2,48883
308	3,193	-2,289	-2,49582
318	3,143	-2,183	-2,50270

Согласно расчетам кажущаяся энергия активации процесса экстракции меди составляет 19,73 кДж/моль. С использованием уравнения Аррениуса определено значение $K_0 = 3,46 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$.

Таким образом, кинетика экстракции меди экстрагентом LIX 984N из медьсодержащего

раствора ($C_{Cu} = 2,5 \text{ г/л}$) при $pH=2$ может быть описана уравнением:

$$K = 3,46 \cdot 10^{-3} \cdot e^{\frac{-19,73}{RT}}.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Kordosky G. The Chemistry of Metals Recovery Using LIX Reagents / Edited by Henkel Corporation. 1997. 32 p.
2. Тарасов В.В., Ягодин Г.А. Кинетика экстракции. М., 1974. Т. 4. 157 с.
3. Оспанов Х.К. Кинетика гомогенных и гетерогенных химических процессов. Алматы, 1997. 195 с.

Резюме

Қышқылдық сульфат ерітінділерінен мысты LIX 984N экстрагенті арқылы экстракциялау процесінің кинетикалық параметрлері (реакцияның реті, бастапқы жылдамдығы және активтену энергиясы) анықталды. Активтену энергиясының шамасы 19,73 кДж/моль-ге тең. Құрамындағы мыстың мөлшері 2,5 г/л және pH=2 ерітіндіден мысты экстракциялаудың кинетикалық тендеуі анықталды.

Summary

The kinetic characteristics such as seeming reaction's order, initial rate, rate's constant K_s and seeming activation energy for copper extraction process using LIX984N reagent have been determined. Under accounts the value of seeming activation energy is 19,73 kDj/mole. The kinetic equation for copper extraction from acidic solution (pH=2), which consist of 2,5 g/L Cu are proposed.

УДК 669.015.5.001

РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан», г. Алматы Поступила 8.04.08г.