

## ЭКСТРАКЦИЯ МЕТАЛЛОВ РАСПЛАВАМИ ЛЕГКОПЛАВКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ХИМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ

Е.В. Злобина, А.И. Зебрева

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы

*Показана эффективность применения высших карбоновых кислот, а также их смесей с дифференцирующими добавками различной природы в качестве экстрагентов металлов. Комплекс экспериментальных исследований и установленные теоретические закономерности экстракции металлов расплавами позволил разработать новые комбинированные методики определения металлов в природных и техногенных материалах. Обобщены результаты исследований, проводившихся на кафедре аналитической химии КазНУ им.аль-Фараби в течение 30 лет.*

Экстракционные методы химического анализа являются точными, избирательными, чувствительными, доступными для автоматизации и широко применяются в аналитической химии при решении таких задач, как разделение, концентрирование, а также в качестве составной части комбинированных методов анализа. Успехи экстракционного метода в значительной степени определяются выбором и применением эффективных экстракционных систем. Карбоновые кислоты широко используются для экстракционного разделения и выделения отдельных металлов и являются перспективными реагентами для химического анализа вследствие таких ценных свойств, как высокая экстракционная ёмкость, малая растворимость в воде, быстрота установления экстракционных равновесий, лёгкость регенерации, доступность, малая токсичность.

Группа исследователей кафедры аналитической химии КазГУ им. С.М. Кирова под общим руководством Ф.И. Лобанова с середины 70-х годов 20 в. начала работы по изучению в качестве экстрагентов металлов легкоплавких твёрдофазных монокарбоновых кислот. Экстракция, как и в классическом варианте, основана на распределении веществ между двумя жидкими фазами. Особенностью предложенной системы является то, что извлекающая фаза при нормальных условиях (комнатная температура и нормальное давление) находится в твёрдом состоянии, а процесс экстракции осуществляется в условиях перевода её в жидкое состояние. В качестве экстрагентов были использованы расплавы монокарбоновых кислот, причём применяли, как индивидуальные вещества: лауриновая, миристиновая, пальмитиновая, стеариновая кислоты, так и смеси высших монокарбоновых кислот технических фракций  $C_{17}$ - $C_{20}$  и  $C_{21}$ - $C_{25}$ . В качестве разбавителя в экстракционных системах применяли парафин.

Поскольку расплавы высших карбоновых кислот (ВКК) в качестве экстрагентов металлов ранее не использовали, необходимо было разработать специальные методические приемы проведения этого вида экстракции, отработать методологию исследований экстракционных равновесий в системе расплав ВКК - раствор ионов металлов. Это успешно было осуществлено в работах Н.Н. Андреевой [1,2]. Были проведены систематические исследования свойств экстрагентов. При температурах плавления ВКК определены такие важнейшие физико-химические параметры экстрагентов, как константы диссоциации ( $K_{a,HR}$ ), константы распределения ( $K_{D,HR}$ ), константы димеризации ( $K_2$ ), необходимые для количественного описания равновесий в экстракционных системах [1]. Для технических фракций карбоновых кислот  $C_{17}$ - $C_{20}$ ,  $C_{21}$ - $C_{25}$  были определены условные константы, т.к. состав фракций может изменяться в определённых пределах. Полученные данные объединены в таблице 1. Кроме того, предложена корреляционная зависимость величины  $pK_{a,HR}$  от числа атомов углерода в радикале карбоновых кислот и температуры. Уравнение (1) позволяет рассчитать константу ионизации любой алифатической монокарбоновой кислоты в широком температурном интервале [1]:

$$pK_{a,HR} = 2,35 \cdot 10^{-2} \cdot C_n - 2,3 \cdot 10^{-3} \cdot t + 4,754, \quad (1)$$

где  $C_n$  – число атомов углерода в радикале карбоновой кислоты;  $t$  – температура.

Полученные значения констант в дальнейшем были использованы при описании экстракционных равновесий в системах с ионами металлов, расчётах констант экстракции, констант устойчивости карбоксилатов металлов. Наряду с этим, полученные данные представляют самостоятельный интерес и могут быть использованы в качестве справочных данных.

Таблица 1 – Физико-химические характеристики высших карбоновых кислот [1]

Карбоновая кислота	$t_{пл}, ^\circ C$	$\rho, г/см^3$ ( $t=80 ^\circ C$ )	Растворимость, $\times 10^4$ моль/л ( $t=80 ^\circ C$ )	$pK_{a,HR}$ ( $t=80 ^\circ C$ )	$K_{D,HR}$ ( $t=80 ^\circ C$ )	$K_2$ ( $t=80 ^\circ C$ )
Лауриновая $C_{11}H_{23}COOH$ (ЛК)	44	0,860	2,94	4,85		
Миристиновая $C_{13}H_{27}COOH$ (МК)	58	0,855		4,89	$4,32 \cdot 10^2$	8,60
Пальмитиновая $C_{15}H_{31}COOH$ (ПК)	63		2,52	4,95	$8,44 \cdot 10^2$	9,15
Стеариновая $C_{17}H_{35}COOH$ (СК)	70	0,840	2,31	5,00	$1,06 \cdot 10^3$	9,60
Фракция $C_{17}-C_{20}$	48	0,884	4,66	5,08	57,80	1,40
Фракция $C_{21}-C_{25}$	55		3,62	5,12	92,50	2,04

Исследована экстракция расплавами высших карбоновых кислот большого числа металлов:

- редкоземельные элементы (La(III), Ce(III) и (IV), Pr(III), Nd(III), Sm(III), Eu(III), (II), Gd(III), Tb(III), Dy(III), Ho(III), Er(III), Tm(III), Yb(III) и (II), Lu(III)), кальций, магний, барий, стронций, иттрий(III), скандий(III) [1]
- цирконий(IV), торий(IV), железо(III) [3],
- серебро, медь(II), цинк, кадмий, свинец(II), кобальт(II), никель(II) [4],
- алюминий, галлий(III), индий(III), таллий (III) [5],
- хром (III) [9].

Количественное описание экстракционных систем проводилось на разных уровнях. Первый уровень соответствовал описанию экстракции посредством эмпирических параметров - коэффициентов распределения (D), степени извлечения (R, %), pH. Второй - более общий, основан на применении констант экстракции ( $K_{ex}$ ), для чего анализировались зависимости:  $\lg D = f(pH)$ ;  $\lg D = \lg(C_{HR})$ ;  $\lg D - npH = f(\lg C_{HR})$ ,  $pH_{1/2} = f(\lg C_{Me})$ ,  $pH_{1/2} = f(\lg C_{HR})$ . Определение оптимальных условий экстракции металлов в системе расплав ВКК-металл проводили также с помощью метода многомерного регрессионного анализа.

С целью определения основных закономерностей и оптимальных условий группового и селективного извлечения и концентрирования металлов, экстракция в системах расплав ВКК - водный раствор, была изучена в зависимости от различных факторов: кислотность водной фазы, температура, время контакта и соотношение объёмов фаз, концентрация ионов металлов в водной и ВКК в органической фазах.

Среди полученных общих закономерностей необходимо отметить следующие:

- время достижения равновесия в экстракционных системах составляет 2-3 минуты. Высокая скорость экстракции позволяет эффективно извлекать даже кинетически инертные комплексы и легко гидролизующиеся элементы;
- степень извлечения металлов увеличивается с ростом pH, достигая максимума при определенных значениях. Дальнейшее повышение pH водной фазы приводит к снижению извлечения металлов, что объясняется «омылением» жирных кислот, эмульгированием и пенообразованием. Регулируя pH водной фазы, можно селективно выделять некоторые

металлы расплавами ВКК без введения в систему комплексообразователей и маскирующих веществ;

- увеличение длины углеводородного радикала при переходе от лауриновой ( $C_{12}$ ) к стеариновой ( $C_{18}$ ) кислоте не оказывает влияния на степень извлечения металлов однако константы экстракции для расплавов ВКК на 1-2 порядка больше соответствующих констант для растворов низших карбоновых кислот;

- в области оптимальных значений pH экстракции ионов металлов наблюдается чёткое разделение фаз, что выгодно отличает системы с расплавами экстрагентов от систем с растворами низших карбоновых кислот, где разделение фаз затруднено вследствие образования стойких эмульсий.

- варьирование температуры в интервале 60-90°C не влияет на извлечение большинства металлов ВКК за исключением экстракции железа;

- экстракты на основе ВКК легко регенерируются и могут многократно использоваться в экстракционных циклах;

- степень абсолютного концентрирования металлов расплавами ВКК достигает коэффициентов 100-200. Эффективное концентрирование следовых количеств металлов из больших объёмов растворов возможно за счёт, так называемого «двойного» концентрирования, предусматривающего проведение извлечения металлов расплавами ВКК в присутствии ионов, образующих с металлами малорастворимые соединения. Этот приём позволяет повысить селективность извлечения, т.к. осадители подбираются для металлов индивидуально, при этом степень концентрирования может составлять 1000-1200 [4].

Определение состава экстрагируемых соединений и расчёт констант экстракции проводился методом сдвига равновесий. Были также синтезированы и выделены в твёрдом виде комплексы металлов с пальмитиновой и стеариновой кислотами. Состав карбоксилатов определяли с помощью ИК-спектроскопии, дериватографии, элементного и рентгенофазового анализа. Установлено, что в состав стеаратов и пальмитатов металлов не входит вода, что является одним из факторов, обеспечивающих высокие коэффициенты распределения металлов в системах с ВКК. Константы устойчивости карбоксилатов ( $\beta_n$ ) рассчитывали по уравнению:

$$\lg \beta_n = \lg K_{D,HR} + npK_{a,HR} + n \lg K_{D,MeR_n}$$

Полученные результаты для некоторых металлов приведены в таблице 2.

Применение метода сдвига равновесия для определения состава экстрагируемых комплексов не всегда приводит к получению удовлетворительных результатов. Например, при исследовании экстракции хрома пальмитиновой кислотой было выявлено несоответствие между высокими коэффициентами распределения хрома и малыми значениями  $K_{ex}$ . Для объяснения возникшего противоречия был проведен анализ основных этапов процесса экстракционного извлечения металла. Основные стадии экстракционного процесса при традиционном подходе:

- 1) распределение экстрагента между водной и органической фазами;
- 2) его диссоциация в водной фазе;
- 3) образование экстрагируемого комплекса в водной фазе;
- 4) распределение экстрагируемого комплекса между водной и органической фазами.

В этом случае уравнение экстракции описывается упрощённой схемой:



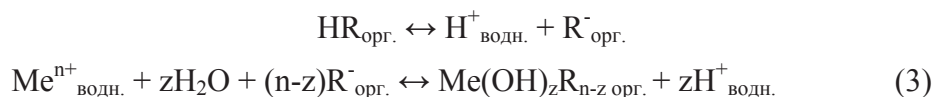
Таблица 2 - Условия образования карбоксилатных комплексов металлов; значения констант устойчивости ( $\beta_n$ ), распределения ( $K_{D,MeR}$ ) и константы экстракции ( $K_{ex}$ )

Металл	Экстрагент	pH оптимальной экстракции	$\lg\beta_n$	$\lg K_{D,MeR}$	$-\lg K_{ex}$	Состав экстрагируемого комплекса	Литература
Zr(IV)	0,1M СК	2,6-7,0	22,9	3,40	5,14	(ZrR <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	2
Th(IV)	0,1M СК	3,0-7,0	20,4	3,44	6,15	(ThR <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	2
Fe(III)	0,1M СК	3,5-7,0	16,9	3,54	6,12	FeR <sub>3</sub> ·3HR	2
Sc(III)	0,1M СК	3,8-7,0	18,3	3,47	6,37		2
Cr(III)	0,1M ПК	4,1-5,5			-2,30	CrR <sub>3</sub>	9
Ag	0,1M СК	4,2-7,0	6,4	2,65	4,2	AgR·HR	4
Al	0,1M СК	4,7-6,8	14,2	3,39	8,92	AlR <sub>3</sub> ·3HR	5
Y(III)	0,1M СК	4,8-7,0	14,4	3,39	9,06		2
La(III)	0,1M СК	4,8-6,8	13,9	3,51	9,81		2
Ca	0,1M СК	6,5-7,0	4,2	1,95	10,64		2
Pb(II)	0,1M СК		10,9	3,22	7,91	PbR <sub>2</sub> ·2HR	4
Mg	0,1M СК		3,8	1,82	11,12		2

Предложен новый подход к делению экстракции на стадии. Поскольку использованные экстрагенты имеют малую растворимость в воде, процесс извлечения может быть представлен следующими стадиями:

- 1) распределение экстрагента между водной и органической фазами;
- 2) переход иона  $H^+$  в водную фазу, а аниона карбоновой кислоты в органическую фазу;
- 3) образование экстрагируемого комплекса в органической фазе.

Схема экстракции:



с константой экстракции:

$$K = \frac{[Me(OH)_zR_{n-z}]_{орг.} \cdot a_{H^+_{водн.}}^z}{[Me^{n+}]_{водн.} \cdot \gamma_{Me^{n+}} \cdot [R^-]_{орг.}^{n-z}} = \frac{D \cdot a_{H^+_{водн.}}^z}{\gamma_{Me^{n+}} \cdot [R^-]_{орг.}^{n-z}}$$

С учётом  $\gamma_{Me^{n+}}$  - коэффициента активности  $Me^{n+}$ , рассчитываемого по уравнению Дебая-Хюккеля, концентрации  $[R^-]$ , получаемой из константы диссоциации экстрагента, уравнение для константы экстракции принимает вид:

$$K = \frac{D \cdot a_{H^+}^z \left(1 + \frac{a_{H^+}}{K_a}\right)^{n-z}}{\gamma_{Me^{n+}} [C_{HR} - (n-z)C_{Me_{орг.}}]^{n-z}}$$

$$\lg D = \lg K + zpH - (n-z) \lg \left(1 + \frac{a_{H^+}}{K_a}\right) + \lg \gamma_{Me^{n+}} + (n-z) \lg [C_{HR} - (n-z)C_{Me_{орг.}}] \quad (4)$$

Схему процесса извлечения и расчёт константы экстракции можно представить, если будет установлено значение  $z$  в уравнении (4).

Значение  $z$  следует определять по зависимостям  $\lg D$  от аргумента  $\phi(pH)$ , где

$$\phi(pH) = zpH - (n-z) \lg \left(1 + \frac{a_{H^+}}{K_a}\right) + (n-z) \lg [C_{HR} - (n-z)C_{Me_{орг.}}].$$

Величина  $z$  может быть также рассчитана из зависимости  $\lg D$  от функции равновесной концентрации экстрагента  $\varphi([HR]) = (3 - z) \lg [C_{HR} - (3 - z)C_{C_{ор.}}]$ . Рассчитанные таким образом значения констант экстракции должны совпадать. Описанный приём был применён для расчета констант экстракции хрома расплавами ВКК [9].

Установлены корреляционные зависимости между значениями  $K_{ex}$ ,  $pH_{1/2}$ ,  $pH$ -гидратообразования и ионными радиусами экстрагируемых металлов. На основании полученных результатов предложены экстракционные ряды, позволяющие прогнозировать извлечение и разделение ионов металлов. Полученные ряды идентичны для расплавов всех исследованных ВКК и имеют следующий вид:  $Bi(III) > Zr(IV) > Ce(IV) > Th(IV) > Fe(III) > Sc(III) > In(III) > Ga(III) > Y(III) > Ln(III) > Al > Ag(I) > Cu(II) > Pb(II) > Cd > Zn > Co(II) > Ba > Sr > Ca > Mg$ .

Одним из способов улучшения экстракционных систем на основе расплавов ВКК, повышения их селективности и увеличения экстракционной ёмкости является введение в расплав различных органических добавок. В качестве таких дифференцирующих добавок были апробированы органические вещества, относящиеся к различным классам. Применяли промышленные экстрагенты, широко использующиеся в технологии получения металлов (ди-2-этилгексилфосфорная кислота (Д2ЭГФК), трибутилфосфат (ТБФ), триалкиламин (ТАА)), вещества известные в качестве аналитических реагентов (2,2-дипиридил, о-фенантролин) или специально синтезированные новые органические реагенты (оксими пиперидинового ряда, различающиеся природой заместителя у пиперидинового азота оксима).

Введение добавок позволяет расширить интервалы  $pH$  количественного извлечения металлов и повысить избирательность за счет образования смешанных либо разнолигандных комплексов.

Повышение коэффициентов распределения металлов расплавами ВКК с добавками кислотного характера – Д2ЭГФК и Д2ЭГДФК связано с появлением синергетического эффекта. Наблюдается расширение интервала кислотности водной фазы количественного извлечения металлов. При увеличении значений  $pH$  не происходит пенообразования, характерного для чистых ВКК [5,7,8].

Введение в расплав карбоновых кислот органических оснований – аминов различного строения и четвертичных аммониевых солей приводит к образованию в органической фазе новых соединений – солей аминов и карбоновых кислот, так называемых бинарных экстрагентов. Полученные соединения обладают более высокой экстракционной способностью по отношению ко многим металлам. Определены оптимальные интервалы  $pH$  образования солей аминов и карбоновых кислот в органической фазе [4]. Экстрагирующая способность аминов увеличивается с увеличением их основности в ряду первичные амины < вторичные амины < третичные амины < соли ЧАО. Эффективность экстракции металлов аминами существенно не изменяется при увеличении числа атомов углерода в радикале вторичных и третичных аминов больше 8-9. Немаловажное значение при прогнозировании экстракции в системах ВКК-амин наряду с учетом сродства аминов и металлов и индукционных эффектов заместителей имеет учет стерического фактора.

Исследовано влияние природы разбавителей на экстракционные свойства аминов на примере извлечения палладия [6]. В качестве легкоплавких разбавителей кроме ВКК и парафина были использованы нафталин, высшие спирты фракции  $C_{17}-C_{20}$ , дибензил, бензофенон,  $p$ -нитрохлорбензол, нонадекан. Установлено, что увеличение электрофильных свойств легкоплавких разбавителей приводит к уменьшению коэффициентов распределения палладия. Рассчитаны значения влияния разбавителей ( $BP$ ), позволяющие количественно описывать влияние легкоплавкого разбавителя на экстракцию металлов нуклеофильными реагентами. При использовании дифференцирующих добавок значительно увеличиваются коэффициенты абсолютного концентрирования.

Полученные разными исследователями данные обобщены в таблице 3.



Предложено новое направление применения расплавов на основе ВКК. Разработан способ получения твердых экстрагирующих растворов (ТВЭР) с использованием расплавов ВКК в качестве стабилизатора и экстрагента. Установлена высокая эффективность извлечения, отделения и концентрирования металлов ТВЭР. Определены кинетические характеристики и показана перспективность применения ТВЭР для извлечения металлов из растворов с низкими концентрациями.

Таблица 3 - Экстракция металлов расплавами смесей ВКК с дифференцирующими органическими добавками

Металлы	Дифференцирующие добавки к ВКК	lgK <sub>ex</sub>	Состав экстрагируемых комплексов	Литература
Ag Cu(II) Zn Cd Pb(II) Co(II) Ni(II)	о-фенантролин	1,81 1,84 3,84 2,14 2,30 2,74 2,50	AgAmA MeAm <sub>2</sub> A <sub>2</sub> (Me – Cu, Zn, Cd, Pb) MeAm <sub>3</sub> A <sub>2</sub> (Me – Co, Ni)	4
Cu(II) Zn Cd Pb(II) Ni(II)	бензиламин	3,58 6,28 5,60 4,43 7,65		
Zn Cd Pb(II)	н-октиламин	6,50 6,03 4,70		
Ga In	Д2ЭГФК (HR)	0,81 0,35	GaR <sub>3</sub> InR <sub>3</sub> ·3HR	5
Tl(III)	триоктиламин (ТОА)	1,46	[TOAH]TiCl <sub>4</sub>	
Pd(II)	ТОА	4,34	[(TOA-HCl·TOAH) <sub>2</sub> PdCl <sub>4</sub>	6
	1-бензил-2,5-диметил-пиперидин-4-она; оксиэтиловый эфир оксима 1-бензил-2,5-диметилпиперидин-4-она (Ох)	3,40	PdOx <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
Mo(VI)	ТОА	2,14	[TOAH] <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	7
	Д2ЭГФК	2,13	HM <sub>2</sub> O <sub>3</sub> HR <sub>2</sub> ·2HR	
Ti Zr	Д2ЭГФК	1,27 3,64	TiOR <sub>2</sub> ·2HR ZrOR <sub>2</sub>	8
		4,39 5,07	TiOCl <sub>2</sub> ·2ТОФО ZrOCl <sub>2</sub> ·2ТОФО	
Cr(III) Cr(VI)	Д2ЭГФК	3,30	CrR <sub>3</sub> ·3HR	9
	ТОА	2,96	[TOAH]CrO <sub>4</sub>	
	бромид тетраокти аммония (ТОАБ – R <sub>4</sub> N)	3,20	(R <sub>4</sub> N)HCrO <sub>4</sub>	
Re(VII)	ТОАБ	10,14	R <sub>4</sub> NReO <sub>4</sub> ·3R <sub>4</sub> NBr	10

Одним из основных преимуществ применения экстракции расплавами на основе ВКК является получение твёрдых экстрактов-концентратов, устойчивых во времени, не изменяющих физических свойств, содержание металлов в которых остается постоянным. Предложены принципы сочетания экстракции металлов расплавами ВКК с

рентгенофлуоресцентным (РФ) и рентгенорадиометрическим (РР) методами определения элементов в экстрактах-концентратах.

Для этого были разработаны способы получения образцов-излучателей из твердых экстрактов, отвечающих требованиям РФА (гомогенность, гладкая поверхность, исключение «матричных» эффектов, стабильность); выбраны метод анализа (стандарта-фона) и оптимальное время экспозиции образцов. Получены градуировочные характеристики.

На основании проведенных исследований разработан ряд комбинированных методик определения металлов в природных и техногенных материалах. Методики характеризуются простотой выполнения, экспрессностью, правильностью и хорошей воспроизводимостью, низкими концентрационными пределами обнаружения.

Методики внедрены в научно-исследовательских институтах, на предприятиях металлургической и химической промышленности, производственных и научно-производственных объединениях.

## Литература

1. Андреева Н.Н. Экстракция редкоземельных элементов расплавами монокарбоновых кислот и их смесями с парафином: автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. хим. наук.: 02.00.02. – Алма-Ата: КазГУ, 1981. - 25 с.
2. Андреева Н.Н. Экстракция ионов металлов расплавами алифатических монокарбоновых кислот в химическом анализе: дисс. в виде научного доклада на соиск. учен. степени канд. доктора. наук.: 02.00.02. – Москва: МГЗИПП, КазНУ, 1997. - 79 с.
3. Пасынкова Т.А. Экстракция железа (III), циркония (IV), тория (IV) расплавами органических веществ и её аналитическое применение: автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. хим. наук.: 02.00.02. – Алма-Ата: КазГУ, 1989. - 22 с.
4. Курилович Я.Е. Экстракция аминокарбоксилатных комплексов металлов расплавами алифатических монокарбоновых кислот и её аналитическое применение: автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. хим. наук.: 02.00.02. – Москва: ВЗИПП, 1992. - 21 с.
5. Злобина Е.В. Экстракция металлов подгруппы галлия легкоплавкими органическими веществами и её применение в анализе: автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. хим. наук.: 02.00.02. – Алматы: КазНУ, 1997. - 22 с.
6. Долгова Н.Д. Высокотемпературная экстракция палладия третичными аминами и оксимами пиперидинового ряда и её применение в анализе: автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. хим. наук.: 02.00.02. – Алматы: КазНУ, 1999. - 23 с.
7. Исмаилова А.Г. Экстракция молибдена (VI) расплавами катионообменных и анионообменных реагентов и её применение в анализе: автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. хим. наук.: 02.00.02. – Алматы: КазНУ, 2006. - 20 с.
8. Устакова И.Р. Экстракция титана (IV) и циркония (IV) расплавами фосфорорганических реагентов и её применение в анализе: автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. хим. наук.: 02.00.02. – Алматы: КазНУ, 2008. - 20 с.
9. Даминова А.В. Экстракционное извлечение хрома (III) и хрома (VI) легкоплавкими реагентами и его аналитическое применение: автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. хим. наук.: 02.00.02. – Алматы: КазНУ, 2010. - 21 с.
10. Троеглазова А.В. Исследование и совершенствование методов анализа ренийсодержащего сырья и продуктов его переработки: дисс. на соиск. учен. степени доктора философии (Ph.D): 6D0011.- Алматы, 2011.- 138 с.

## ХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУДАҒЫ ЖЕҢІЛ БАЛҚИТЫН ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ БАЛҚЫМАСЫМЕН МЕТАЛДАРДЫ ЭКСТРАКЦИЯЛАУ

Е.В. Злобина, А.И. Зебрева

Жоғары карбон қышқылдарын, сонымен қатар олардың табиғаты әртүрлі дифференцирлейтін қосындылармен қоспасын металдардың экстрагенті ретінде қолдану эффективтілігі көрсетілген. Тәжірибелік зерттеулер кешені және балқымалармен металдарды экстракциялаудың орнатылған теориялық заңдылықтары табиғи және техногенді материалдардан металдарды анықтаудың жаңа біріктірілген әдістемелерін өндеуге мүмкіндік берді. 30 жыл бойы Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ аналитикалық химия кафедрасында жүргізілген зерттеулердің нәтижелері қорытындыланды.

## EXTRACTION OF METALS BY MELTS OF EASILY FUSIBLE ORGANIC SUBSTANCES IN CHEMICAL ANALYSIS

E.V.Zlobina, A.I.Zebreva

The efficiency of application of higher carbonic acids and also of their mixtures with differentiating additives of various nature as a metal extraction agents is shown. The complex of experimental investigations and established theoretical regularities of extraction of metals by melts has enabled the development of new combined methods of determination of metals in natural and technogenic materials. The results of the researches carried out at the department of analytical chemistry of al-Farabi KazNU during 30 years are generalized.

УДК 543.5

## МЕСТО И РОЛЬ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

АП.Курбатов

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы

Kurbatovap@gmail.com

*Рассмотрено положение электрохимического способа преобразования энергии химической реакции в общем процессе производства энергии. Показаны эффективные пути и тенденции его реализации. Рассмотрены варианты электрохимических систем для получения, накопления и хранения энергии.*

Общепризнано, что основным фактором, определяющим развитие материальной культуры, является создание и использование источников энергии. Так, в наиболее развитых странах используемая мощность разнообразных источников энергии составляет до 10 киловатт на человека, что в 100 раз больше, чем средняя мускульная мощность одного человека.

Роль энергии в народном хозяйстве хорошо иллюстрируется рисунком 1 (данные относятся еще к 1968 г. и составлены по материалам ООН и Международного банка реконструкции и развития.). По горизонтальной оси отложен валовой национальный продукт (ВНП) для различных стран (в долларах на человека), а по вертикали - потребление энергии в пересчете на каменный уголь (в килограммах на человека).

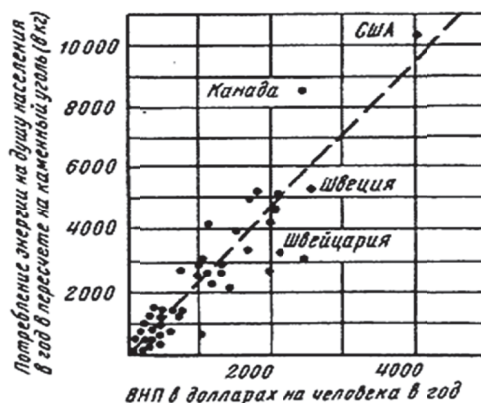


Рисунок 1 – Связь энерговооруженности и ВНП

В пределах естественной флуктуации видно, что существует прямая пропорциональность. Сейчас в качестве основных энергетических ресурсов используются торф, уголь, нефть, природный газ. Запасенная в них химическая энергия была накоплена на протяжении тысячелетий благодаря биологическим процессам. В ближайшее столетие они