ISSN 1991-3494

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

6

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2015

ҚАРАША
НОЯБРЬ
NOVEMBER

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі
М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дуйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.,**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ.докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі. **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к е ңе с і:

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Гашимзаде Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагиян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Гарабаджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полещук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Г л а в н ы й р е д а к т о р

академик НАН РК
М. Ж. Журинов

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Р е д а к ц и о н н ы й с о в е т:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494
Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)
Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан **№5551-Ж**, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год
Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.
www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

E d i t o r i a l b o a r d:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

E d i t o r i a l s t a f f:

E.P. Velikhov, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.
ISSN 1991-3494

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)
The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year
Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
http://nauka-nanrk.kz /, http://bulletin-science.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 1991-3494
Volume 6, Number 358 (2015), 78 – 83

УДК 669.213.634

LEACHING OF GOLD FROM ELECTRONIC SCRAP WITH HALIDE SOLUTION IN THE PRESENCE OF SULFAMIC ACID

A.O. Baikonurova, S.S. Konyratbekova, G.A. Ussoltseva, M.S. Malimbaev

Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpaev, Almaty, Kazakhstan
a.baikonurova@yandex.kz

Key words: iodide solution, sulfamic acid, leaching, electronic scrap.

Abstract. The article shows the results of the leaching of gold from electronic scrap. As leaching agent there was used solution of iodide in the presence of elemental iodine and sulfamic acid. There is also shown the mechanism of gold leaching with iodide solutions in the presence of sulfamic acid. The optimal conditions and process parameters of the gold leaching from recycled materials are determined. Thermodynamic characteristics of the of gold dissolution process in solution are shown.

The application area of results is a hydrometallurgical processing of secondary raw materials.

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЗОЛОТА ИЗ ЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА ГАЛОГЕНИДНЫМИ РАСТВОРАМИ В ПРИСУТСТВИЙ СУЛЬФАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ

А.О. Байконурова, С.С. Коныратбекова, Г.А. Усольцева, М.С. Малимбаев

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: иодидный раствор, сульфаминовая кислота, выщелачивание, электронный лом.

Аннотация. В статье приведены результаты выщелачивания золота из электронного лома. В качестве выщелачивающего агента использовали иодидный раствор в присутствии элементного иода и сульфаминовой кислоты. Приведен механизм процесса выщелачивания золота иодидными растворами в присутствии сульфаминовой кислоты. Определены оптимальные условия и параметры процесса выщелачивания золота из вторичного сырья. Приведены термодинамические характеристики процесса растворения золота в растворах.

Областью применения результатов исследований является гидрометаллургическая переработка вторичного сырья.

Выщелачиванию подвергали электронный лом, состав которого приведен в таблице 1. В качестве компонента выщелачивающего раствора, содержащего иодид-ион, служил иодид калия, хотя не исключается использование других источников иодид-иона.

На основании имеющихся сведений по извлечению золота из золотосодержащих материалов растворами соединений иода [1] нами были выбраны пределы изменения основных параметров, оказывающих влияние на процесс. Для выщелачивания золота из лома использовали иодидный раствор с концентрацией активного иода 50÷200 мг/дм^3. Молярное соотношение иодида калия и элементного иода поддерживали равным (3,0:1)÷(7,5:1). Выщелачивание проводили в колбе с навеской золотосодержащего материала при Т:Ж =1:(1÷5), pH 1÷6; скорости перемешивания 40÷100 об/мин; продолжительности выщелачивания 30÷150 мин.

Таблица 1 – Состав электронного лома марки ELTRA

Состав электронного лома, %							
Au	Fe	Zn	Cu	Ni	Bi	Ag	Sn
0,45	0,008	35,2	63	1,154	0,78	0,0002	0,05

Выбор температуры процесса (18–22 ^{o}C) был обоснован неустойчивостью иодидных растворов при их нагревании. Контроль процесса выщелачивания проводили визуально до исчезновения золотого блеска с поверхности материала.

Из литературных данных известно, что возможно использование органических соединений в качестве растворителей золота [2, 3]. Так, использование сульфаминовой кислоты в качестве основы электролита для переработки вторичного полиметаллического сырья электрохимическим методом [4] обусловлено ее малой токсичностью и хорошей растворимостью сульфаматов благородных металлов [5, 6].

По отношению к разрабатываемой технологии частичная или полная замена элементного иода сульфаминовой кислотой, помимо перечисленных достоинств, может сократить расход дорогостоящего и дефицитного реагента, что в свою очередь приведет к снижению затрат на проведение процесса.

При извлечении золота из электронного лома введенная в выщелачивающий раствор сульфаминовая кислота участвует в следующей реакции:

$$2NH_2SO_3H + 6KI + H_2SO_4 + 2Au = 2K[AuI_2] + I_2 + 2K_2SO_3 + (NH_4)_2SO_4, \quad (1)$$

ΔG^o = -348,7 кДж/моль,

приводящей к образованию активного элементного иода, что способствует повышению скорости и полноты растворения золота.

Эту реакцию можно представить в виде двух стадий. На первой стадии в присутствии сульфаминовой кислоты и иодида калия образуется соединение $K[I\cdot I_2]$, устойчивое в кислой среде:

$$NH_2SO_2OH+0,2KI+0,5H_2SO_4 \rightarrow 0,5K[I\cdot I_2] +0,5K_2SO_4+0,5(NH_4)_2SO_4+0,5\ I_2, \quad (2)$$

ΔG^o = -247,7 кДж/моль.

На второй стадии происходит взаимодействие образовавшегося соединения $K[I\cdot I_2]$ с золотом с получением устойчивого золотосодержащего комплекса:

$$[KI\cdot I_2] + Au \rightarrow K[AuI_2] + 1/2I_2, \quad (3)$$

ΔG^o = -101,1 кДж/моль.

Результаты выщелачивания золота полииодидными растворами приведены в таблице 2.

Полученные данные по анализу иода подтверждают предположение о двухступенчатом протекании выщелачивания золота сернокислым раствором, содержащим сульфаминовую кислоту и иодид калия.

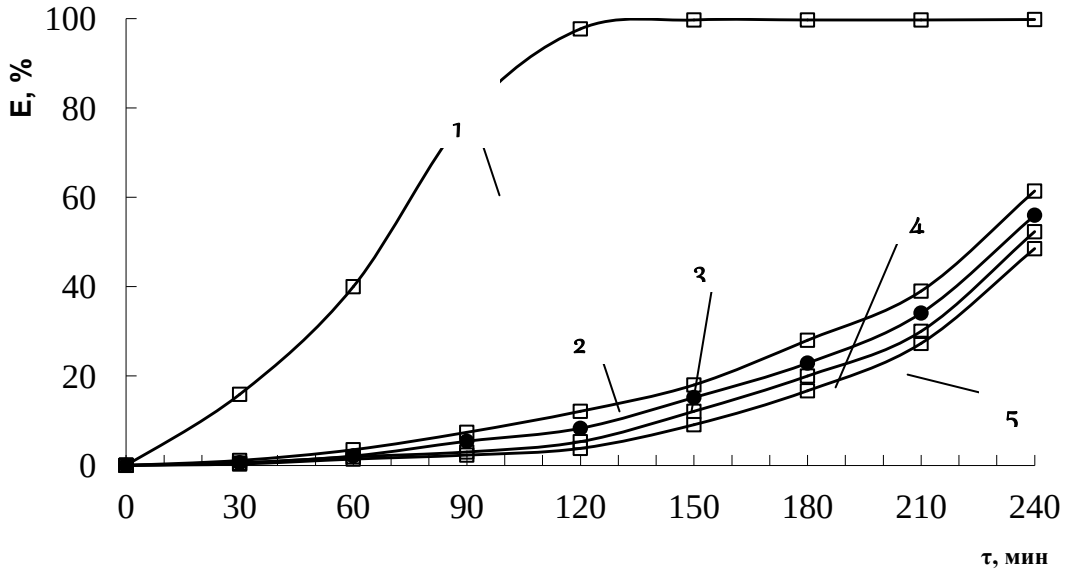
Присутствие сульфаминовой кислоты способствует образованию активного иода легко вступающего в реакцию комплексообразования с золотом.

Таблица 2 – Результаты выщелачивания золота при изменении молярного соотношения сульфаминовой кислоты и иодида калия

Молярное соотношение сульфаминовой кислоты и иодида калия	Молярное соотношение иодида калия и элементного иода	CI_2, г/дм^3		[Au] в растворе, мг/дм^3	EAu, %
		до выщелачивания золота	после завершения выщелачивания		
в отсутствии сульфаминовой кислоты					
-	4,5:1	-	-	164	98,0
-	3,0:1	-	-	137	82,0
-	9,0:1	-	-	80	48,0
в отсутствии элементного иода					

1,7:1	-	1,25	1,89	146	87,5
2,5:1	-	1,87	2,80	154	92,5
3,3:1	-	2,30	3,65	168	99,5
в присутствии элементного иода и сульфаминовой кислоты					
1,7:1	1,5:1	-	-	151	92,0
2,5:1	1,5:1	-	-	157	93,9
3,3:1	1,5:1	-	-	168	99,5
П р и м е ч а н и е: Т:Ж=1:3; τ =150 мин; n ~ 100 об/мин; t = 18-22 ^{o}C; навеска лома 100 г (Au ~ 0,5 %), pH ~ 3, $СКI_{исх}$ = 1г/дм^3.					

Исследования показали, что процесс достаточно проводить в течение 1,5÷2 ч.



1 – золото; 2 – цинк; 3 – медь; 4 – олово; 5 – висмут.

Рисунок 1 – Зависимость степени извлечения металлов от продолжительности процесса выщелачивания

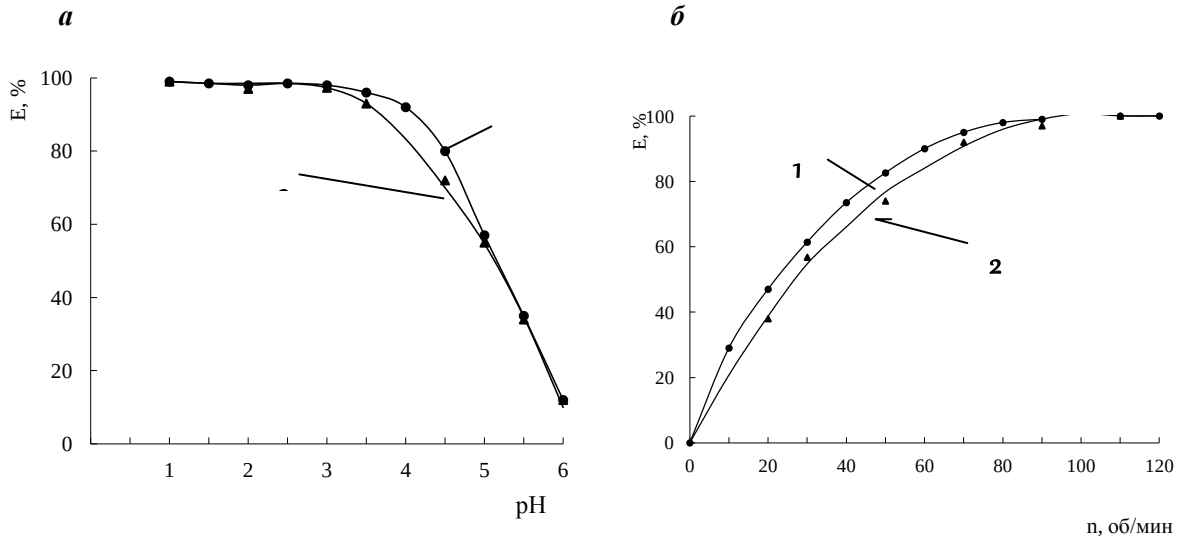
При более длительном процессе выщелачивания золота после завершения его растворения с поверхности электронного лома, иод расходуется на растворение неблагородных металлов из металлической основы [7], это было подтверждено качественным анализом на наличие меди, никеля и железа.

Примеси цветных металлов начинают количественно переходить в водную фазу при продолжительности процесса более 150 мин (см. таблицу 3 и рисунок 1).

Таблица 3 – Составы продуктивных растворов иодидного выщелачивания золота из электронного лома марки ELTRA

τ, мин	Au		Ni		Fe		Zn		Cu	
	ε, %	С,г/дм^3	ε, %	С,г/дм^3	ε, %	С,г/дм^3	ε, %	С,г/дм^3	ε, %	С,г/дм^3
30	12,7	0,19	0,80	0,03	0,30	сл	1,1	1,29	0,6	1,26

60	35,4	0,53	2,90	0,04	2,10	0,001	3,4	3,99	2,1	4,41
90	78,6	1,18	6,80	0,26	4,80	0,002	7,3	8,56	5,4	11,3
120	99,0	1,49	9,00	0,35	6,30	0,003	11,2	13,4	6,7	14,0
150	99,8	1,50	16,0	0,62	14,9	0,004	17,8	20,8	15,3	32,1
180	100	1,51	24,0	0,92	20,5	0,01	28,0	32,8	22,9	48,9
П р и м е ч а н и е: Т:Ж=1:3; τ =150 мин; n ~ 100 об/мин; t = 18-22 ^{o}C; навески лома 100 г, pH ~ 3; при анализе обнаружены следовые количества серебра, основное содержание которого в виде AgI переходит в осадок.										



1 – в присутствии элементного иода и сульфаминовой кислоты;
2 – в присутствии элементного иода.

***а* – Зависимость степени выщелачивания золота из лома от pH раствора**
***б* – Зависимость степени извлечения золота в иодидный раствор от скорости перемешивания**

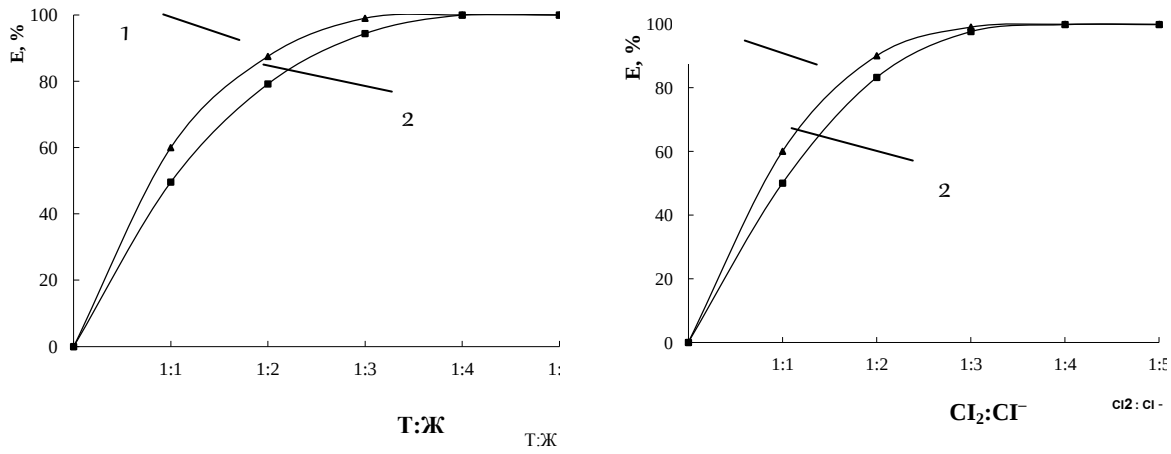
Рисунок 2 – Результаты выщелачивания золота из электронного лома марки ELTRA в зависимости от pH среды и интенсивности перемешивания

Результаты выщелачивания золота приведены на рисунке 2. Как видно из рисунка 3, наибольшее извлечение золота из лома при поддержании молярного соотношения иодида калия и элементного иода 3,8:1 достигается в слабокислой среде (pH 1÷3), что хорошо согласуется с термодинамическими расчетами. В дальнейших исследованиях pH среды поддерживали равным 3.

Из рисунка 2 видно, что процесс протекает эффективно при скорости перемешивания ~ 100 об/мин.

Как показали исследования, максимальное извлечение золота в раствор (99 %) достигается при Т:Ж ~ 1:3 и более; увеличение молярного соотношения иодида калия к элементному иоду в исходном выщелачивающем растворе в пользу иодид-иона (≥ 4,5:1) позволяет достигнуть практически полного извлечения золота в продуктивный раствор (EAu = 99,0 – 99,3 %) (рисунки 3).

а ***б***



2 – в присутствии элементного иода и сульфаминовой кислоты;
2 – в присутствии элементного иода.

***а* – Зависимость степени извлечения золота от соотношения фаз**

***б* – Зависимость степени извлечения золота от молярного соотношения элементного иода и иодид-иона**

Рисунок 3 – Результаты выщелачивания золота в зависимости от соотношений фаз и концентраций иодид-иона и иода

Таким образом, на основании результатов исследования нами были выбраны следующие условия проведения процесса: pH ~ 3; n = 100 об/мин; t ~ 20 ^{o}C; Т:Ж ~ 1:3; молярное соотношение иодида калия и элементного иода равное 4,5:1. В этих условиях извлечение золота достигает ~ 98 %.

Таким образом, на основании полученных данных установлено, что иодидные растворы в присутствии сульфаминовой кислоты являются эффективными растворителями золота. Однако метод требует использования значительных количеств дорогостоящего и дефицитного иода, играющего роль окислителя и предотвращающего диспропорционирование золотосодержащего комплекса [2] и выпадение металла в осадок. Потери иода можно восполнить путем его регенерации и извлечения из природных вод.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Коныратбекова С.С. Извлечение золота из вторичного сырья иодными растворами // Сб. науч. тр. аспирантов и магистрантов. – Алматы: КазНТУ. – 2000. – С. 31-33.

[2] Меретуков М.А., Орлов А.М. Металлургия благородных металлов. Зарубежный опыт. – М.: Металлургия. – 1991. – 451 с.

[3] Переработка вторичного сырья, содержащего драгоценные металлы. Производственно-практическое издание / Науч. ред. Карпов Ю.А. – М.: Гиналмаззолото. – 1996. – 290 с.

[4] Белов С.Ф., Аваева Т.И., Середина Г.Д. Перспективы использования сульфаминовой кислоты для переработки вторичного сырья, содержащего благородные и цветные металлы // Цветные металлы. – 2000. – № 5. – С. 72.

[5] Инженерная гальванопластика в приборостроении / Под ред. Гинберга А.М., М.: Машиностроение. – 1977. – С. 512.

[6] Плаксин И.Н. Металлургия благородных металлов. – М.: Металлургиздат. – 1958. – 338 с.

[7] Пономорев В.Д., Пономорев Е.И. Щелочная гидрометаллургия тяжелых цветных и редких металлов. // Избранные труды т.III, Химия и технология цветных и редких металлов, Алма – ата, – 1975, – С. 226–232.

REFERENCES

[1] Konyratbaeva S.S. Gold recovery recycled water solutions // Coll. scientific. tr. graduate students and undergraduates. – Almaty: KazNTU. – 2000. – P. 31-33. (in Russ.).

[2] Meretukov M.A., Orlov A.M. Metallurgy of precious metals. Foreign experience. – M.: Metallurgy. – 1991. – 451 p. (in Russ.).

[3] Recycling of secondary raw materials containing precious metals. Production and practical publication / Sci. Ed. Karpov Y.A. – M.: Ginalmazzoloto. – 1996. – 290 p. (in Russ.).

[4] Belov S.V., Ivanova T.I., Seredina G.D. Prospects for the use of sulfamic acid for the processing of secondary raw materials containing precious and nonferrous metals // Non-ferrous metals. – 2000. – № 5. – P. 72. (in Russ.).

[5] Engineering electroforming in instrumentation / Ed. Ginberga A.M, – M.: Mechanical engineering. – 1977. – P. 512. (in Russ.).

[6] I.N. Plaksin. Metallurgy of precious metals. – M.: Metallurgy. – 1958. – 338 p. (in Russ.).

[7] Ponomarev V.D., Ponomarev E.I. Alkaline hydrometallurgy of heavy non-ferrous and rare metals. // Selected Works t.III, Chemistry and Technology of nonferrous and rare metals, Alma - Ata, – 1975. – P. 226-232. (in Russ.).

СУЛЬФАМИН ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ҚАТЫСУЫМЕН ГАЛОГЕНИД ЕРІТІНДІЛЕРІНДЕ ЭЛЕКТРОНДЫ СЫНЫҚТАРДАН АЛТЫНДЫ ШАЙМАЛАУ

Ә.Ө. Байқоңырова, С.С. Қоңыратбекова, Г.А. Усольцева, М.С. Мәлімбаев

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: иодидті ерітінді, сульфамин қышқылы, шаймалау, электронды сынықтар.

Аннотация. Мақалада электронды сынықтардан алтынды шаймалаудың нәтижелері келтірілген. Шаймалаушы агент ретінде элементті иод пен сульфамин қышқылын құрайтын иодидті ерітіндіні пайдаландық. Сульфамин қышқылын құрайтын иодидті ерітіндімен алтынды шаймалау процесінің механизімі көрсетілген. Екіншілікті шикізаттардан алтынды шаймалау процесінің параметрлері мен оптималды жағдайы анықталған. Ерітіндіде алтынның еру процесінің термодинамикалық сипаттамасы көрсетілген.

Нәтижелерді қолдану аймағы – екіншілікті шикізаттарды гидрометаллургиялық өңдеу.

Сведения об авторах:

Байконурова Алия Омирхановна – д.т.н., профессор, заведующая кафедрой «Металлургические процессы, теплотехника и технологии специальных материалов», НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева», 050013, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22

+7-7772751146, +7-7077774262

a.baikonurova@yandex.kz

Коныратбекова Салтанат Сабитовна – к.т.н., и.о. доцента, кафедры «Металлургические процессы, теплотехника и технологии специальных материалов», НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева», 050013, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22

+7-7773728318

salta_7504@mail.ru

Усольцева Галина Александровна – к.т.н., и.о. доцента кафедры «Металлургические процессы, теплотехника и технологии специальных материалов», НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева», 050013, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22

+7-7017429522

nota-vesna@yandex.kz

Малимбаев Мамбет Султанович – к.х.н., заведующий лабораторией «Институт высоких технологии»

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www:nauka-nanrk.kz

http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/

Редакторы *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *С.К. Досаевой*

Подписано в печать 11.12.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
15,2 п.л. Тираж 2000. Заказ 6.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19