

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРАКЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИНДИЯ
ИЗ СУЛЬФАТНЫХ РАСТВОРОВ ЦИНКОВОГО ЗАВОДА АО «АЛМАЛЫКСКИЙ ГМК»**

Алимов Расулхан Сарварханович

*PhD по техн. наукам, зав. лабораторией
ГУ «Институт минеральных ресурсов»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент,
E-mail: alimov_rs@mail.ru*

Хасанов Абдирашид Салиевич

*д-р. техн. наук, проф., зам. гл. инженера
по науке АО «Алмалыкский ГМК»,
Республика Узбекистан, г. Алмалык*

Содиқов Фаррух Собиржон ўғли

*стажёр-исследователь
ГУ «Институт минеральных ресурсов»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Мирзанова Зулфизар Анваржоновна

*PhD по техн. наукам,
начальник лаборатории АО «Алмалыкский ГМК»,
Республика Узбекистан, г. Алмалык*

Ғуломов Иброҳим Иномжонович

*стажёр-исследователь
ГУ «Институт минеральных ресурсов»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

**INVESTIGATION OF INDIUM EXTRACTION FROM SULPHATE SOLUTIONS
OF THE ZINC PLANT JSC “ALMALYK MMC”**

Rasulkhan Alimov

*PhD in tech. sciences, head of the laboratory
SI “Institute of Mineral Resources”,
Republic of Uzbekistan, Tashkent,*

Abdirashid Khasanov

*Dr. tech. sciences, professor,
Deputy Chief Engineer for Science JSC Almalyk MMC,
Republic of Uzbekistan, Almalyk*

Farrukh Sodikov

*Trainee researcher
SI “Institute of Mineral Resources”,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Zulfizar Mirzanova

*PhD in tech. sciences,
head of laboratory JSC Almalyk MMC,
Republic of Uzbekistan, Almalyk*

*Ibrohim Gulomov**Trainee researcher**SI "Institute of Mineral Resources",
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются результаты исследования экстракционного извлечения индия из сульфатных растворов цинкового завода АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (АГМК) (Узбекистан). Проведены краткие исторические данные о производстве индия на цинковом заводе. Определены оптимальные условия экстракции, обеспечивающие максимальное насыщение по целевому компоненту. Сравнение экстракционных характеристик, использованных составов экстрагентов при извлечении индия из сульфатных растворов показывает, что большую емкость из экстрагентов имеет смесь: 0,5 моль/л Д2ЭГФК в растворителе ESCAID 110. Реэкстракция индия из состава экстрагента 0,5 моль/л Д2ЭГФК в растворителе ESCAID 110 эффективно происходит растворами соляной кислоты. При реэкстракции индия раствором 100-250 г/л соляной кислоты степень реэкстракции составила 84-99%.

ABSTRACT

The article discusses the results of a study of the extraction of indium from sulfate solutions of a zinc plant of Almalyk Mining and Metallurgical Plant JSC (AMMC) (Uzbekistan). Conducted brief historical data on the production of indium at the zinc plant. The optimal extraction conditions were determined to ensure maximum saturation of the target component. A comparison of the extraction characteristics of the compositions of extractants used in the extraction of indium from sulfate solutions shows that the mixture of extractants has a large capacity: 0.5 mol/l D2EHPA in ESCAID 110 solvent. The number of chambers in the extraction cascade for the extraction of indium from the zinc plant sulfate solution was determined. The re-extraction of indium from the composition of the extractant 0.5 mol/l D2EHPA in the ESCAID 110 solvent effectively proceeds with hydrochloric acid solutions. During stripping of indium with a solution of 100–250 g/l of hydrochloric acid, the degree of stripping was 84–99%.

Ключевые слова: экстракция, реэкстракция, разбавитель, экстрагент, экстракт, реэкстрагент, реэкстракт, органическая фаза, водная фаза.

Keywords: extraction, re-extraction, diluent, extractant, extract, re-extractant, re-extract, organic phase, aqueous phase.

Не имеет собственных месторождений индия. Индий является важным попутным продуктом переработки цинкового концентрата. Основная часть природного индия получают из руд свинцово-цинковые месторождения (70-75%), поэтому в настоящее время основным промышленным источником индия являются различные отходы и промежуточные продукты цинкового и свинцового производства [1]. Кроме отходов, и промежуточных продуктов цинкового и свинцового производства источником получения индия являются пыли медеплавильных и оловянных заводов [2].

В июле 1974 года на цинковом заводе АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (АГМК) из цинковых растворов начато производство металлического индия по экстракционной схеме годовой производительностью в объеме до 2 тонн [3]. Качество металлического индия соответствовало требованиям ГОСТ 10297-94 марки ИН-2 (содержание индия не менее 99,97%).

В первые годы независимости на цинковом заводе случились проблемы, связанные с производством индия, что приводило к постоянным изменениям технологических режимов производства индия и вызывало технологические проблемы. Повторяющейся проблемы проводило к остановке процессов производства индия в 1994 году.

В настоящее время на цинковом заводе для извлечения цинка перерабатывается в год не менее 200 000 м³ кислых цинковых растворов, содержащих 83-

140 мг/л индия. Важным вопросом является возобновление полномасштабного производства металлического индия на цинковом заводе АО «АГМК» и внедрение в производство рациональной технологии переработки кислых растворов выщелачивания вельдокислов с целью получения металлического индия.

Для исследований отобрана технологическая проба из верхнего слива сгустителя №12 (ВСС №12) цинкового завода АО «Алмалыкского ГМК» объемом 1000 литров (1 м³). Также отобрана контрольная проба из ВСС №12 объемом 10 литров.

Сернокислотный раствор ВСС №12 цинкового завода имеет следующую характеристику: pH среды от -0,40 до +0,63, окислительно-восстановительный потенциал (Eh) от +462 до +570 мВ, плотность раствора после фильтрации 1,31-1,397 г/см³, содержание твердого 4,1-6,07 г/л, концентрация серной кислоты 64,5-73,25 г/л, содержание оксида кремния 0,755-0,986 г/л. Раствор цинкового завода содержит: 83,3-133 мг/л индия, 4,25-5,86 г/л железа, 3,47- 4,97 г/л железа (III), 153,4-158,0 г/л цинка, 2,45-2,82 г/л марганца, 3,5-3,7 г/л меди, 1,85-1,86 г/л никеля, 1,076 г/л кадмия.

Эксперименты экстракции индия в статических условиях проводились в химическом стакане при интенсивном перемешивании, при температуре 25°С. В качестве экстрагента в исследованиях использовалась раствор Д2ЭГФК. В качестве растворителя экстрагента использовали ESCAID 110 для разбавления экстрагента. Время контакта фаз, необходимое для

установления равновесия составляло 20 мин, после расслаивания и разделения фаз, рафинаты экстракции и исходные растворы анализировали на содержание металлов. Для определения оптимального состава экстрагента проведены исследования экстракционной смеси, при которой определяли максимальное насыщение по целевому компоненту, вязкости, плотности, растворимости в углеводородном разбавителе, времени расслаивания после контакта с исходным раствором, отсутствию третьей фазы после расслаивания.

Эксперименты реэкстракции проводились в химических стаканах при интенсивном перемешивании. Время перемешивания, необходимое для установления равновесия составляло 20 мин. Разделение образовавшихся водно-органических эмульсий проводилось в делительных воронках. Органическую и водную фаз разделяли.

С целью наработки продуктов для дальнейших исследований проведены укрупненно-лабораторные испытания по подготовке исходного раствора к экстракции по разработанному режиму с использованием реактора марки РП-0,03 ПВДФ и нутч-фильтра НФП-0,1-400 ПП.

В последнее время для концентрирования индия из серноокислотных растворов используются экстракционные методы извлечения с последующим получением более чистых концентрированных растворов [4].

Для экстракции индия из серноокислотных растворов используются катионообменные экстрагенты. Раньше для экстракции индия из серноокислотных растворов предложены алкилфосфорные кислоты [5].

В настоящее время для экстракции индия из серноокислотных растворов используют ди-2-этилгексилфосфорную кислоту (Д2ЭГФК). В практике применяют в пересчете на объёмные проценты 10-30% раствор Д2ЭГФК в растворителе.

Предварительные испытания проведены для выбора оптимального состава экстрагента в статических условиях с использованием разных экстрагентов. Основные задачи данного этапа изучения по экстракции индия из цинковых серноокислотных растворов были: изучение процесса экстракции с использованием разного состава экстрагента для определения максимального насыщения по целевому компоненту, изучение способов подготовки цинковых растворов к экстракции. При этом в опытах

наблюдали степень извлечения индия в экстракт, времени расслаивания и отсутствие третьей фазы после расслаивания. Результаты исследования графически представлены на рис. 1.

Как видно из рис. 1 сравнение экстракционных характеристик, использованных составов экстрагентов при извлечении индия из серноокислотных растворов показывает, что большую емкость из экстрагентов имеет смесь: 0,5 моль/л Д2ЭГФК в растворителе ESCAID 110.

При этом извлечение металлов в экстракт состава 0,5 моль/л Д2ЭГФК в растворителе ESCAID 110 составило в %: индия-72,7; железо (III)-4,4; цинк-0,2; медь-0,3; сурьма-9,7; мышьяк-3,3; свинец-25,9; олово-39,0; алюминий-0,2. Экстракт индия содержит 1937,5 мг/л индия, 4,6 г/л железа (III), 7,1 г/л цинка; Cu-0,25 г/л меди, 0,4 мг/л сурьмы, 8,6 мг/л мышьяка, 74,5 мг/л свинца, 1,1 мг/л олова, 0,2 мг/л алюминия.

Основное количество примесей-металлов как цинк, железа (III) и медь остается в рафинате. Содержание металлов в рафинате составило: индий - 36,4 мг/л, цинк- 158,8 г/л; железа (III) – 5,0 г/л; медь – 3,6 г/л при распределении в этом продукте 27,3%; 95,6%; 99,8% и 99,7% соответственно. Другие примеси – сурьма, мышьяк и алюминий также не соэкстрагируются.

Наблюдается незначительная соэкстракция свинца и олова при извлечении в экстракт 25,9 и 39,0 % соответственно. Содержание свинца и олова в экстракте составляет 74,5 мг/л и 1,1 мг/л соответственно.

Для определения оптимального реэкстрагирующего раствора проводились исследования по реэкстракции индия из насыщенного экстракта с различными реэкстрагирующими растворами. Процесс проводился при соотношении О:В = 3:1, при температуре смеси 25°С в химическом стакане с механическим перемешиванием. Результаты реэкстракции приведены на рис. 2.

Как видно из рис. 2, эффективным реэкстрагентом индия из состава экстрагента 0,5 моль/л Д2ЭГФК в растворителе ESCAID 110 является растворы соляной кислоты. Степень реэкстракции при концентрации реэкстрагента - растворы 100-250 г/л соляной кислоты составила 84-99%.

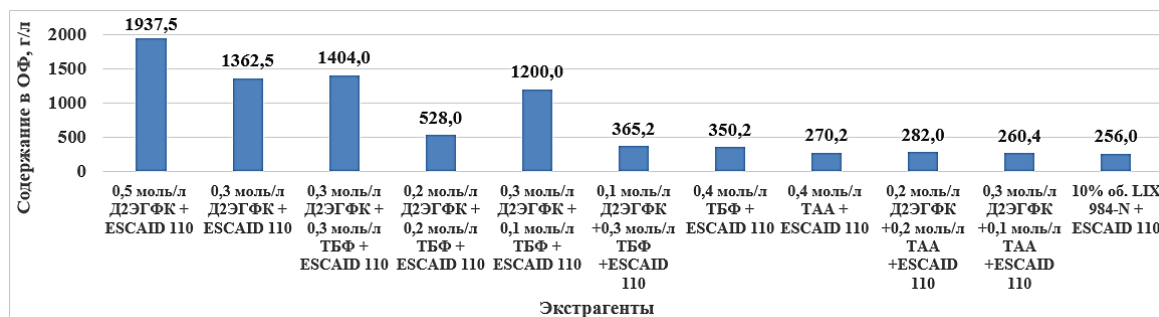


Рисунок 1. Содержание индия в экстракте, мг/л

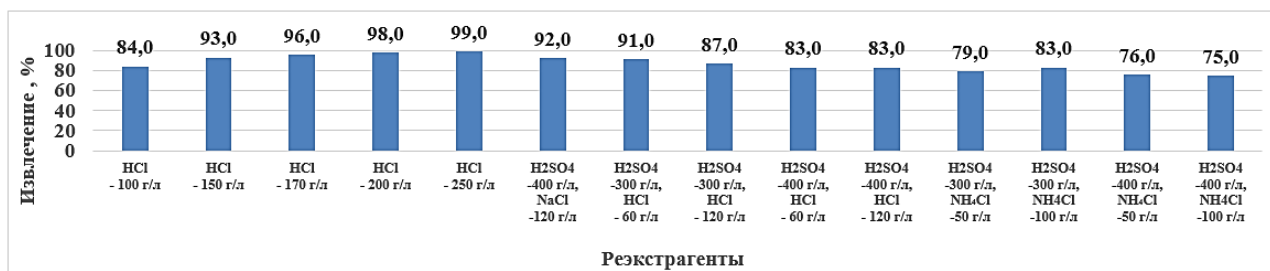


Рисунок 2. Степень реэкстракции индия из экстракта состава 0,5 моль/л Д2ЭГФК + ESCAID 110 (температура – 25 °С, О:В - 3:1, $\tau_{\text{конт}}$ – 20 мин) с использованием различных реагентов

Проведена реэкстракция индия из экстракта состава 0,5 моль/л Д2ЭГФК в растворителе ESCAID 110 с изменением соотношения фаз (О:В) раствором

соляной кислоты -200 г/л при температуре 25°С. Результаты представлены на рис. 3.

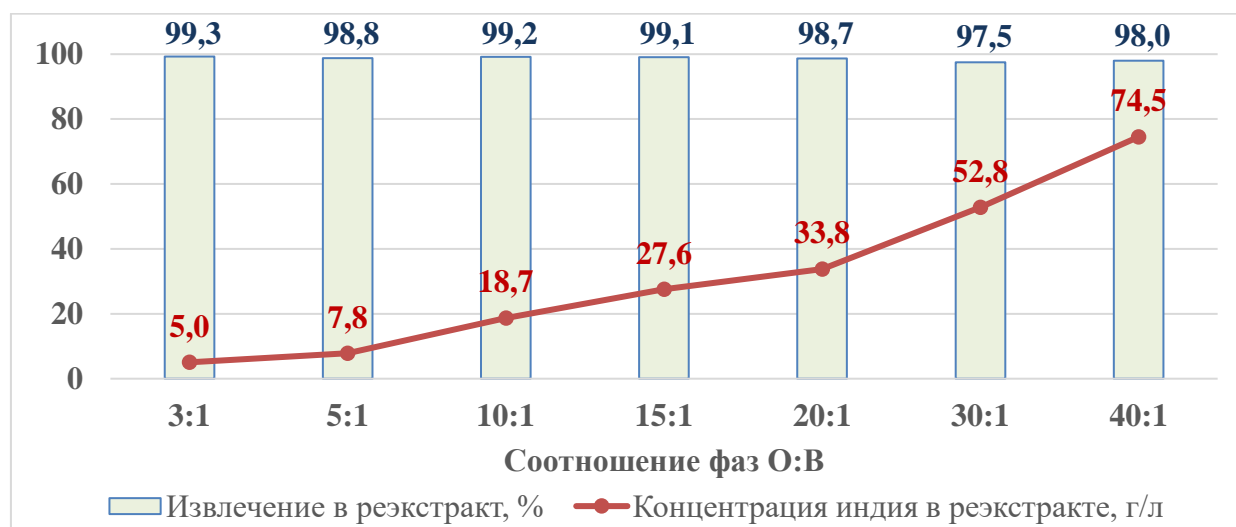


Рисунок 3. Результаты реэкстракции In в статических условиях из экстракта состава 0,5 моль/л Д2ЭГФК + ESCAID 110

Таким образом, в результате проведенных экстракционных исследований по извлечению индия из сернокислотных растворов ВСС №12 цинкового завода получены следующие результаты:

1. Результаты анализа показали, что сернокислотный раствор, отобранный из ВСС №12 цинкового завода АО «АГМК» содержит 83,3-133,0 мг/л индия.

2. Установлено, что экстракция индия из сернокислотных растворов ВСС №12 происходит селективно.

3. При реэкстракции индия из экстрактов состава Д2ЭГФК в растворителе ESCAID 110 раствором соляной кислоты 200 г/л с изменением фаз О:В от 3:1 до 40:1 получены реэкстракты, содержащие от 5,0 до 74,5 г/л индия с извлечением 98,0-99,3% индия.

Список литературы:

1. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. *Металлургия редких металлов / Учебник для вузов 2-е изд. перераб. и доп.* – М.: *Металлургия* 1991. 432 с.
2. Грейвер Н.С. *Основы металлургии, Том IV, Редкие металлы.* - Москва: Изд-во «Металлургия», 1967 - 652 с.
3. Хурсанов А.Х., Хасанов А.С. *Перспективы развития производства редких металлов в АО «Алмалыкский ГМК».* Материалы международной научно-практической конференции // Материалы международной научно-практической конференции: Современные проблемы и инновационные технологии решения вопросов переработки техногенных месторождений Алмалыкского горно-металлургического комбината. Алмалык, Узбекистан 18-19 апреля 2019 г. - С. 94-96.
4. Казанбаев Л.А., Козлов П.А. и др., *Индий. Технология получения,* Издательский дом «Руда и Металлы», 2004. - 168 с.
5. Федоров П.И., Акчурин Р.Х. *Индий.* - М.: МАИК Наука / Интерпериодика, 2000. - 276 с.