



УДК: 621.762+669

Сухроб ЮСУПОВ,
Докторант Институт общей и неорганической химии АН РУз
E-mail: suhrob090990@gmail.com

На основе отзыва старшего научного сотрудника ИОНХ АН РУз к.т.н., Бектурдиева Г.М.

НОВЫЕ РЕАГЕНТЫ ВСПЕНИВАТЕЛИ СК-1, СК-2 ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДРАГМЕТАЛЛОВ ИЗ УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аннотация

В статье указаны данные о результатах синтезированных вспенивателей СК-1, СК-2 применяемые при обогащении и флотации цветных и благородных металлосодержащих углей месторождений Республики Узбекистан. Ди- и триэтаноламин являются основами вспенивателей, которые получены в аналогичных условиях. Реагенты эффективно понижают поверхностное натяжение раствора до $\sigma = 28,5$ МН/м и имеют устойчивую пенообразующую способность $v=265$ мл; поверхностное натяжение реагента СК-2 $\sigma = 30,5$ МН/м; пенообразующая способность $v=260$ мл. Для определения эмульгирующих свойств полученного вспенивателя был использован сталогмометрический метод. Разработана схема извлечения металлов, состоящая из: дробления, крупность угля доводится до раскрытия зерен минералов и серы; обжига в печи при температуре 500°C , улетучиванием карбоксильных групп и серных компонентов, в результате чего металлы, переходят в сульфатную группу; процесс измельчения – уголь в шаровых мельницах доводится до крупности 150 мкм; процесс выщелачивания – извлечение металлов и их соединений в раствор с использованием HCl и HNO₃, затем разделяются и выделяются металлы; Предлагаемые вспениватели СК-1, СК-2 позволяет комплексное использование природного угля и может решить важную проблему утилизации золошлаковых отходов и значительно сократить выбросы в атмосферу токсичных элементов.

Ключевые слова: бурый уголь, торф, soapstock, аминоспирты, редкоземельные и цветные металлы.

NEW REAGENTS SK-1, SK-2 BLOWERS FOR EXTRACTION OF PRECIOUS METALS FROM COAL DEPOSITS

Annotation

The article contains data on the results of synthesized blowing agents SK-1, SK-2 used in the enrichment and flotation of non-ferrous and precious metal-containing coals from deposits of the Republic of Uzbekistan. Di- and triethanolamine are the bases of foaming agents, which were obtained under similar conditions. The reagents effectively reduce the surface tension of the solution to $\sigma = 28.5$ MN/m and have a stable foaming capacity $v=265$ ml; surface tension of reagent SK-2 $\sigma = 30.5$ MN/m; foaming capacity $v=260$ ml. The stalagmometric method was used to determine the emulsifying properties of the foaming agent obtained. A scheme for the extraction of metals has been developed, consisting of: crushing, the size of coal is brought to the opening of grains of minerals and sulfur; firing in an oven at a temperature of 500°C , volatilization of carboxyl groups and sulfur components, as a result of which the metals pass into the sulfate group; grinding process - coal in ball mills is brought to a particle size of 150 microns; leaching process - extraction of metals and their compounds into solution using HCl and HNO₃, then the metals are separated and isolated; The proposed blowing agents SK-1, SK-2 allow the integrated use of natural coal and can solve the important problem of ash and slag waste disposal and significantly reduce emissions of toxic elements into the atmosphere.

Key words: brown coal, peat, soap stock, amino alcohols, rare earth and non-ferrous.

KO'MIR KONLARIDAN QIMMATBAHO METALLARNI AJRATIB OLISH UCHUN YANGI SK-1 VA SK-2 KO'PIRTIRUVCHILAR

Annotatsiya

Maqolada O'zbekiston Respublikasi ko'mir konlaridan kamyob va nodir metallarni flotatsiya va boyitishda qo'llaniladigan ko'pirtiruvchi SK-1 va SK-2 larni sintezlab olish haqida natijalar berilgan. Di- va trietanolamin ko'pirtiruvchilar asosi bo'lib, ular analogik sharoitda olingan. Reagentlar eritmaning yuza tarangligini $\sigma = 28,5$ MN/m gacha samarali kamaytirib barqaror ko'pik hosil qiluvchi xususiyatga ega $v=265$ ml; SK-2 reagentining yuza tarangligi $\sigma = 30,5$ MN/m; ko'pik hosil qiluvchi xususiyati $v=260$ ml. Olingan kopirtiruvchining emulgirash xususiyatini aniqlash uchun stalogmometri usuldan foydalanilgan. Metallarni ajratib olish sxemasi ishlab chiqilib, u quyidagilardan iborat: bo'linish – minerallarni va oltingugurti zarralarini ochilish darajasigacha olib borish; pechda karboksil guruhlari va oltingugurt komponentlarini metallar sulfat guruhiga o'tishiga qadar 5000°C haroratda qizdirish; maydalash jarayoni – ko'mir kattaligi 150 mkm gacha sharli tegirmonda maydalash; ishqorlash jarayoni – metallar va ularning birikmalarini HCl va HNO₃ qo'llab eritmaga o'tkazish, so'ng metallar ajratilib olinadi; Tadbiriq etilayotgan SK-1 va SK-2 ko'pirtiruvchilari tabiiy ko'mirni kompleks qo'llash va ko'mir kukunlarini (chiqindilarini) utilitatsiya qilish muammolarini hal qilish imkonini beradi va atrof muhitga zararli toksik chiqindilarni chiqarishni kamaytirishga yordam beradi.

Kalit so'zlar: qo'ng'ir ko'mir, torf, soapstock, aminosptirlar, kamyob va nodir metallar.

Введение. Природный уголь рассматривается не только как топливное сырьё, но и как источник ценных металлов. С истечением времени при образовании угольных пластов они обогащаются некоторыми видами металлов. Происходит поглощение металлов (сорбция) пористым углем в виде комплексных ионов [1]. Содержание металлов в

углях определялось различными методами. Ведутся различные исследования и разрабатываются методы и способы по их извлечению из мелочей бурых и каменных углей предприятий цветной металлургии [2].

По результатам проведенных ряд исследований было выявлено, что бурые и каменные угли содержат: золото, серебро, платину, а также элементы платиновой группы палладий, осмий, иридий, скандий, бериллий, стронций цирконий и др., а также имеются высокие содержания Ge, Re, Sb, W, Mo, Rb, Cs [3].

Впервые учёными института минеральных ресурсов Узбекистана были исследованы металлоносные угли и их вред, представляющий окружающей среде. Ими были проведены ряд анализов проб из углей с разных месторождений республики. Проведены опробования бороздовым методом отбором проб углей. Отдельные угольные пласты и месторождения с содержаниями Ge, Si, Sc, Au, Ag, V, Co и лантаноидов, являются сырьевым источником этих металлов [4]. Большая часть бурого угля находится в Ангрене, а каменных углей – в Сурхандарье. В углях Сурхандарьинского месторождения обнаружены - Pb, Ge, Zr, Rb, Y, Sc и редкоземельные элементы (La, Yb, Lu, Ce, Nd, Sm, Eu), U, Th [5].

Количество содержания редких металлов в углях Шаргунь превышает в 7 раз, чем в других месторождениях и является одной из причин детального изучения этих углей. По содержанию редко земельных и драгоценных металлов являются угольные бассейны Шаргунь, Бойсун, Кугитанг, Санжар, Хауз и др. Сурхандарьинского (табл. 1) месторождений, которые отличаются в строении и составе под действием химических и физических причин. Они относятся к маркам СС, ССКОМ, ОС, Т, К, А. По результатам анализов этих углей следует, что в результате разработки технологии по извлечению ценных металлов существенно решаются проблемы и приумножаются их продуктивная ценность [6].

Таблица 1

Содержание германия, скандия и суммы РЗЭ в углях различных месторождений
Сурхандарьинского угольного бассейна

Месторождение	Марка угля	Зольность, %	Содержание, г/т		Содержание суммы РЗЭ
			Ge	Sc	
Шаргунь	СС, ССКОМ	28,0	21,0	25,4	411,8
Бойсун	Т	18,8	8,9	24,8	86,2
Кугитанг	ПА, А, Т	5,0	5,2	2,3	34,8
Санжар	Т	17,5	10,6	19,1	163,3
Хауз	Т, К	22,3	15,8	24,8	259,9
	Среднее	18,3	12,3	19,28	170,09

Экспериментальная часть. Разработана технологическая схема, по извлечению (схема1) металлов и их концентратов, а также ультрадисперсного угля. Ультрадисперсный уголь это смесь, состоящий из водоугольных (ВУС) или спиртоугольных смесей (СУС). ВУС и СУС - заменяет бензин и дизельное топливо [7].

Выщелачивание – двухэтапный процесс: 1) групповое извлечение металлов и их соединений. Используют HCl и HNO₃, при этом металлы в углях переходят в вытяжку. 2) разделение и выделение индивидуальных элементов. Для извлечения подходят методы цементации, сорбции, экстракции, электроэкстракции, электролиз и др. При выщелачивании получают концентраты металлов, считающиеся сырьём для металлургического производства. **Облучение СВЧ-энергией.** Под действием СВЧ-энергии к угольной массе получается водоугольная смесь. Ход процесса идёт следующим образом: уголь, при нагревании до температуры кипения воды, разрывается на мелкие частички под давлением насыщенных паров. В результате получается ультрадисперсный уголь с размером частиц менее 20-30 мкм. **Получение водоугольной смеси.** После очищения от серы, азота и цветных металлов уголь, подвергается на стадию получения товарного продукта - ВУС, СУС. При смешивании с водой или спиртом образуется коллоидный раствор, который является аналогом дизельного топлива.

По разработанному методу природный уголь может комплексно применяться и решит проблему утилизации золошлаковых отходов и значительно сократит выбросы в атмосферу токсичных элементов, которые опасны для окружающей среды.

Обсуждения результатов. Учёными ИОНХ АН РУз лаборатории «Химической технологии, переработки газа и ПАВ» синтезированы вспениватели СК-1и СК-2, которые получены из хлопкового мыла Каттакурганского МЖК и аминоспиртов (моно-ди-и триэтаноламин). Вспениватели СК-1 и СК-2 получены в аналогичных условиях и имеют положительные технологические характеристики [8].

Эксперименты проводили следующим образом: мокрое измельчение углей проводили в лабораторной мельнице. Отделяется твердый остаток от раствора, сушат его и определяют содержания вещества по известной методике [9, 10]. Синтезированные вспениватели исследованы в сравнении со вспенивателем Т-80, который применяется при обогащении и флотации цветных и благородных металлосодержащих углей.

По результатам исследований и изучения поверхностного и пенообразующего свойства 1 % го водного раствора реагента СК-1 видно, что реагенты эффективно понижают поверхностное натяжение раствора до $\sigma = 28,5$ МН/м и показывают устойчивую пенообразующую способность $v = 265$ мл. Поверхностное натяжение реагента СК-2 $\sigma = 30,5$ МН/м; пенообразующая способность $v = 260$ мл. Вспениватель Т-80 имеет трудноразрушающую пену. При концентрации реагента СК 1000 мг/л с Т-80 образуется примерно 1,7 раза больше пены. В интервале рН от 8,0 до 10,0 изменение щелочности не влияет на пенообразующую способность реагента. Определены расход реагентов вспенивателей, которые варьировались от 25 до 150 г/т. По выходам концентратов оценивался результат, т.е. образованием пенных продуктов, контролировали путём титрования остаточных кислот [11].

В ходе экспериментов выяснено, что после сжигания и обогащения в отходах обнаружены элементы редких и драгоценных металлов: алюминий 1 - 8% на тонну, вольфрам (1,25%).

Флотационная способность СК-1 и СК-2 практически одинаковы с импортными реагентами Т-80, по величине извлечения драгоценных и цветных металлов из бурых и каменных углей [12].

В таблицах (3, 4, 5) и в графиках (1, 2, 3) показаны данные состава и количества извлечённых металлов с использованием новых реагентов СК-1 и СК-2, полученные с помощью элементного анализа испытуемых проб углей с разных месторождений.

Таблица 3

Элементный состав угля проб после использования реагентов СК-1 и СК-2 с Байсунского участка № 38

Элемент	Вес. %	Сигма Вес. %
C	84.05	0.79
O	10.16	0.75
Al	1.21	0.09
Si	2.87	0.13
S	0.39	0.07
K	0.35	0.08
Ca	0.37	0.08
Fe	0.60	0.15
Сумма:	100.00	

Таблица 4

Элементный состав угля проб после использования реагентов СК-1 и СК-2 с Шаргунского участка № 25

Элемент	Вес. %	Сигма Вес. %
C	42.79	0.75
O	36.71	0.58
Mg	0.12	0.04
Al	8.63	0.15
Si	10.16	0.17
S	0.16	0.03
K	0.55	0.04
Ti	0.61	0.05
Fe	0.27	0.06
Сумма:	100.00	

Таблица 5

Элементный состав угля проб после использования реагентов СК-1 и СК-2 с Ангренского участка № 38

Элемент	Вес. %	Сигма Вес. %
C	59.83	0.92
O	28.37	0.78
Mg	0.38	0.06
Al	3.03	0.11
Si	4.27	0.14
S	0.89	0.06
K	0.49	0.05
Ca	1.25	0.07
Fe	0.26	0.09
W	1.24	0.29
Сумма:	100.00	

Проведены исследования по определению содержания металлов после сорбции углей Ангренского, Шаргунского и Байсунского месторождений. Результаты исследований показали, что при флотации вышеуказанных углей с использованием флотореагентов СК-1, СК-2 получены следующие данные, обработанные из 1 тонны угольных образцов содержание цветных металлов: Al – 30 кг, W – 10 кг, Fe – 2,6 кг, Mg – 3,8 кг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крапивенцева В.В. Металлоносность углей Приамурья Тихоокеанская геология, 2005, том 24. -№1. -С.73-84.
2. Гавриленко В.В. Экологическая минералогия и геохимия месторождений полезных ископаемых / Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 1993. 151 с.
3. Юдович Я.Э. Неорганическое вещество углей /Я.Э.Юдович, М.П.Кэтрис; УрО РАН. Екатеринбург, 2002.423 с.
4. Кулибин К.А. Драгоценные металлы в каменном угле Золото и платина, 1908. № 24. С. 510–511.
5. Омонов Х.А., Турамурастов И.Б. Проблема геохимической специализации углей Республики Узбекистан. Ж.: Геология и минеральные ресурсы, № 2, 2021. 83-88.
6. Юсупов Ф.М., Ёдгоров Н., Омонов Х.А., Байматова Г.А. Металлоносность угольных бассейнов и месторождений республики Узбекистан. Universum: химия и биология. Выпуск: 12(102) Декабрь 2022 Часть 3.22-27 ст.
7. Юсупов Ф.М., Ёдгоров Н., Омонов Х.А., Байматова Г.А. Металлоносность угольных бассейнов и месторождений республики Узбекистан. Universum: химия и биология. Выпуск: 12(102) Декабрь 2022 Часть 3.22-27 ст.
8. Рошин Г.С. Разработка технологии переработки низкокачественного угля с целью извлечения из него цветных металлов. Записки Горного института. Т 173. С-Петербург 2007. 144-146 с.
9. И.В.Авгушевич, Е.И.Сидорук, Т.М. Броневец. Стандартные методы использования углей. Классификация углей. Москва. 2018 г.
10. Петров Н.А. и др. «Эмульсионные растворы в нефтегазовых процессах». М.: «Химия», 2008 г. 439 с.
11. Guro, V.P., Yusupov, F.M., Ibragimova, M.A., Rakhmatkarieva, F.G. Выбор оптимального связующего для гранулирования молибденитового концентрата. Цветные металлы. (Москва, РФ). – 2016 г. - №2 с. С.68-73.
12. Юсупов Ф.М., Юсупов С.К., Ёдгоров Н. Новые эффективные вспениватели для флотации руд. Сборник материалов Республиканской научно-технической конференции. Ташкент, 2021 г. 3 ноября, 422-423.