

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
ЦВЕТНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

№ 1

ЖУРНАЛ издается с 1958 г.

1988

Выходит 6 раз в год

ИЗДАНИЕ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

проф. *Абрамов В. Я.*, доц. *Алкацев М. И.*, проф. *Быстров В. П.*, проф. *Воронин П. А.* (главный редактор), проф. *Гуриев А. Е.*, проф. *Данилин Л. А.*, проф. *Доброхотов Г. Н.*, проф. *Зеликман А. Н.*, проф. *Иванов В. А.*, проф. *Кармазин В. В.*, проф. *Катков О. М.*, проф. *Кипарисов С. С.*, проф. *Кузнецов Г. М.*, проф. *Морачевский А. Г.*, проф. *Новиков И. И.*, чл.-корр. АН КазССР, проф. *Онаев И. А.*, проф. *Орлов А. М.*, проф. *Поляков П. В.*, проф. *Распопин С. П.*, проф. *Романоз Л. Г.*, доц. *Рязанов В. П.* (зам. гл. редактора), доц. *Сергиевская Е. М.* (зам. главного редактора), проф. *Сизяков В. М.*, проф. *Стуруа Р. И.*, проф. *Тихонов О. Н.*, проф. *Хавский Н. Н.*, проф. *Худяков И. Ф.*, доц. *Шашурин Ю. С.*, проф. *Шиврин Г. Н.*, проф. *Шохин В. Н.*, доц. *Юсупходжаев А. А.*

Ответственный секретарь *Г. Б. Бараков.*

© Изв. вузов. Цветная металлургия, № 1, 1988, 1—128.

Редактор Кабисова И. Х.

Технический редактор Прошлякова В. И., Корректор Мисикова И. А.

Сдано в набор 1.10.87. Подписано к печати 30.03.88. ЕИ 00392. Формат бумаги 70x108¹/₆₁. Печать высокая. Усл. п. л. 11,2. Уч.-изд. л. 12,7. Тираж 1780. Заказ № 384.

Адрес редакции: 362004, г. Орджоникидзе СОАССР, Втузгородок Северо-Кавказского горно-мсталлургического института. Телефон 27-3-68.

Республиканская книжная типография, г. Орджоникидзе, ул. Тельмана, 16.

ОБОГАЩЕНИЕ

УДК 622.765:628

Л. Д. СКРЫЛЕВ, В. В. КОСТИК,
А. Н. ПУРИЧ, Г. Ф. ОСЬМАЧКО

Одесский государственный университет.
Кафедра физической химии

ФЛОТАЦИОННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ИОНОВ КОБАЛЬТА, СОБРАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ТОНКОДИСПЕРГИРОВАННЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ НАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ПАРАФИНЕ

В практике ионной флотации [1] ПАВ, используемые в качестве собирателей ионов, обычно вводят в камеру флотационной машины в виде водных или спиртовых растворов. Однако такой способ введения ПАВ обладает рядом существенных недостатков, важнейшими из которых являются их большой расход и высокие потери [2], а также трудности, связанные с переработкой полученных сублатов и регенерацией ПАВ [3].

Нами было предложено [4] вводить ПАВ в камеру флотационной машины в виде тонкоэмульгированных растворов их в аполярных жидкостях, что позволяет заметно снизить расход ПАВ и существенно сократить продолжительность флотации. К сожалению, использование в качестве собирателей ионов тонкоэмульгированных растворов ПАВ в аполярных жидкостях не всегда приемлемо с практической точки зрения, так как очищаемая вода неизбежно загрязняется аполярным растворителем. Более перспективно, на наш взгляд, использование в качестве собирателей ионов тонкодиспергированных твердых растворов ПАВ в парафине [5]. Ниже изложены результаты опытов, поставленных с целью выяснения основных закономерностей флотационного выделения ионов кобальта с помощью тонкодиспергированных твердых (0,05—0,5 моляльных) растворов насыщенных жирных кислот в парафине.

Объектами исследования служили растворы хлорида кобальта, содержащие 25 мг ($4,3 \cdot 10^{-4}$ моля) кобальта в 1 дм³ раствора. Твердые растворы насыщенных жирных кислот (каприновой, ундекановой, лауриновой, тридекановой, миристиновой, пентадекановой и пальмитиновой) в парафине получали путем растворения их в нагретом до температуры плавления парафине и последующего охлаждения раствора. Диспергирование твердых растворов (2 г) в нагретой до их плавления дистиллированной воде (100 см³) производили с помощью ультразвукового диспергатора УЗДН-2Т при рабочей частоте стриктора 22 кГц.

Электрокинетический (ζ) потенциал частиц собирателя и сублата (продукта взаимодействия собирателя с извлекаемыми ионами) измеряли методом микроэлектрофореза [6]. ζ -потенциал коллоидных частиц гидроксида кобальта определяли методом макрофореза на приборе Чайковского [6]. В качестве боковой жидкости при этом использовали ультрафильтрат коллоидного раствора. Значение рН растворов кобаль-

та измеряли с помощью рН-метра рН-121 со стеклянным электродом и изменяли путем добавления к ним КОН. Долю добалта, находившегося в растворе в форме гидроксида и гидроксокомплексов различного состава, рассчитывали по методике, приведенной в работе [7], используя данные справочника [8].

Флотационную обработку растворов осуществляли на лабораторной пневматической установке, подробно описанной в работе [5]. В процессе флотации растворы периодически анализировали на содержание в них кобальта, концентрацию которого определяли колориметрически по стандартной методике [9].

Проведенные исследования, результаты части которых представлены на рис. 1—5, показали, что тонкодиспергированные твердые растворы насыщенных жирных кислот в парафине являются достаточно эффективными собирателями кобальта.

Расход твердых растворов, необходимый для практически полного флотационного выделения кобальта, определяется длиной углеводородного радикала жирной кислоты, входящей в состав твердого раствора (рис. 1), и ее концентрацией (рис. 2). С увеличением длины углеводород-

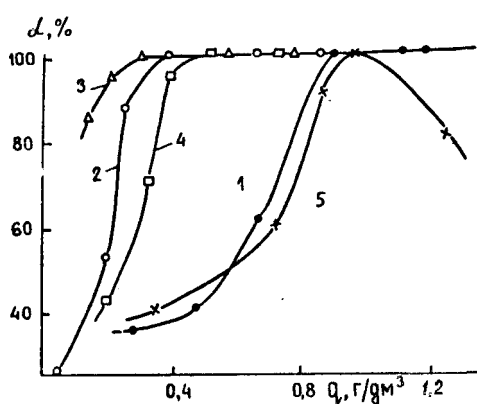


Рис. 1. Влияние расхода (q) тонкодиспергированного твердого 0,25 моляльного раствора каприновой (1), ундекановой (2), лауриновой (3), тридекановой (4) или миристиновой (5) кислот в парафине на степень флотационного выделения (α) кобальта. Значение рН обрабатываемого раствора равно 10,5.

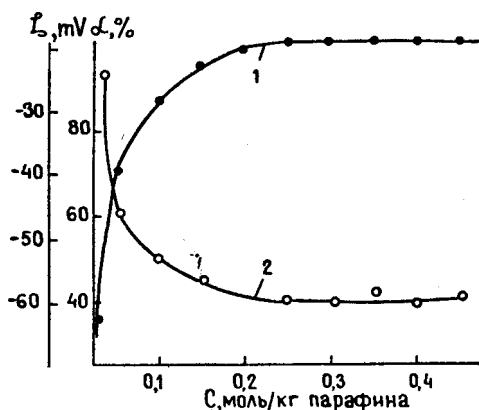


Рис. 2. Влияние концентрации (C) лауриновой кислоты в твердом растворе ее в парафине на степень флотационного выделения кобальта α (1) и ζ -потенциал частиц твердого раствора лауриновой кислоты в парафине в воде (2) при значении рН = 10,5 и расходе тонкодиспергированного твердого раствора 0,3 г/дм³.

ного радикала жирной кислоты, входящей в состав твердого раствора, эффективность собирательного действия последнего сначала увеличивается, а затем уменьшается (см. рис. 1). Сказанное легко понять, если учесть, что увеличение длины углеводородного радикала жирной кислоты, входящей в состав твердого раствора, приводит на первом этапе к увеличению, а на втором к уменьшению числа карбоксильных групп, приходящихся на единицу его поверхности [10]. С ростом концентрации твердых растворов их собирательное действие увеличивается до некоторого предела (см. рис. 2). Это можно объяснить тем, что при достижении определенной концентрации твердых растворов на их поверхности в процессе эмульгирования образуется плотно упакованный мономолекулярный слой жирной кислоты. Существование такого монослоя косвенно подтверждают [11] результаты опытов по изучению влияния концентрации жирных кислот на величину ζ -потенциала частиц твердого раствора (см. рис. 2).

Существенное влияние на полноту флотационного извлечения кобальта, собранного с помощью тонкодиспергированных твердых растворов насыщенных жирных кислот в парафине, оказывает значение pH раствора (рис. 3). Максимальное флотационное выделение кобальта имеет место при значениях pH=10,0—10,5, значительно превышающих

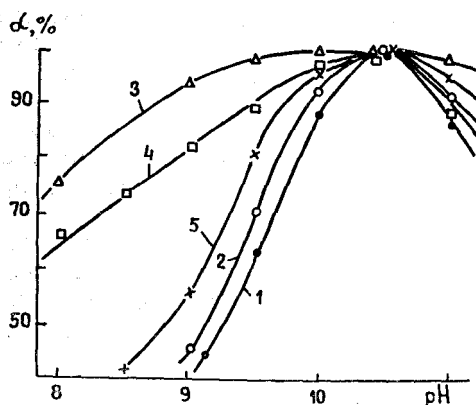


Рис. 3. Влияние pH на степень флотационного выделения кобальта (α), собранного с помощью тонкодиспергированных твердых растворов каприновой (1), ундекановой (2), лауриновой (3), тридекановой (4) и миристиновой (5) кислот в парафине

и объясняет относительно небольшой расход собирателя (в пересчете на жирную кислоту), необходимый для практически полного флотационного извлечения кобальта. Так, например, при использовании в составе собирателя лауриновой кислоты расход ее составляет 0,17 моль/моль Co (см. рис. 1).

Учитывая влияние pH раствора на форму нахождения в нем кобальта и знак заряда частиц его гидроксида (рис. 4), можно предполо-

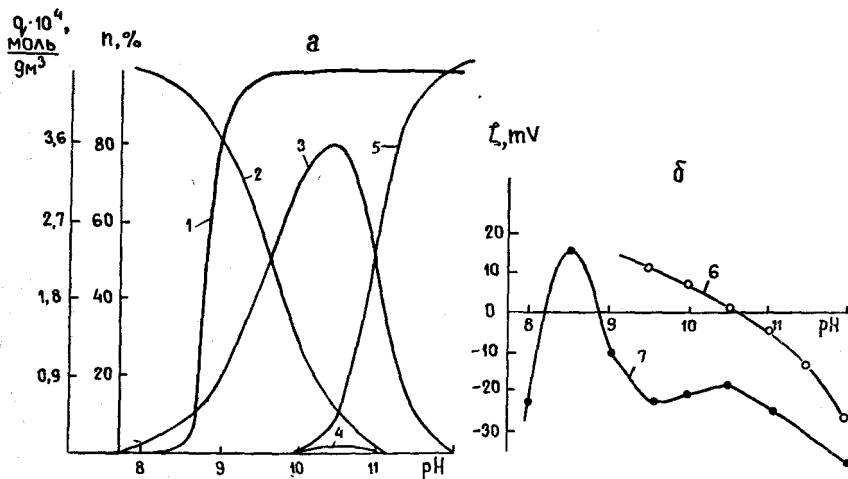
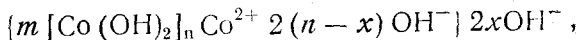


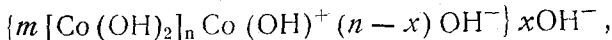
Рис. 4. Влияние pH на: а — количество (q) осажденного гидроксида кобальта (1) и долю кобальта (n), находящегося в растворе в форме Co^{2+} (2), $Co(OH)^+$ (3), $Co(OH)_2$ (4) и $Co(OH)_3^-$ (5); б — электрокинетический (ζ) потенциал частиц гидроксида кобальта (6) и частиц сублата, содержащих лауриновую кислоту (7).

жить, что кобальт в зависимости от pH раствора флотируется в виде мицелл следующего строения:

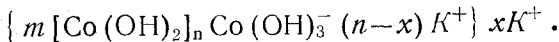
1) при pH=9,0—9,5



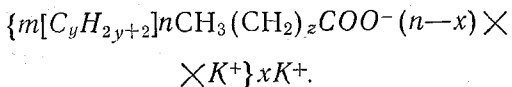
2) при pH = 10,0 — 10,5



3) при pH = более 10,5



Строение частиц твердого раствора насыщенных жирных кислот в парафине можно представить мицеллярной формулой



Время флотационной обработки растворов кобальта колеблется в пределах 4—10 мин. Кинетика процесса флотации описывается (рис. 5) уравнением, аналогичным уравнению реакции первого порядка

$$\lg(100-\alpha) = 2 - (K/2,3)t,$$

где t — время флотации, K — константа скорости флотационного процесса.

Значения констант K , найденных по тангенсу угла наклона прямых, показывающих зависимость величины $\lg(100-\alpha)$ от времени t , с увеличением молекулярной массы жирных кислот, используемых в качестве добавки к парафину, возрастают в случае нечетных гомологов и уменьшаются в случае четных.

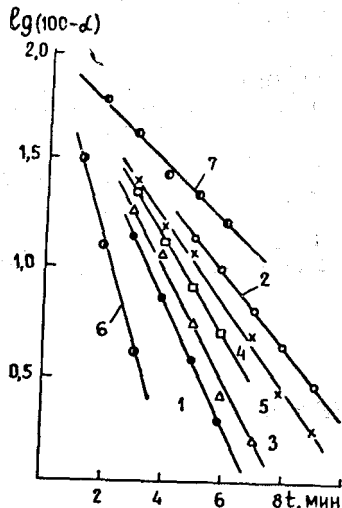


Рис. 5. Зависимость $\lg(100-\alpha)$ от времени флотации t в случае использования в качестве флотационных собирателей кобальта твердых растворов каприновой (1), ундекановой (2), лауриновой (3), тридекановой (4), миристиновой (5), пентадекановой (6) и пальмитиновой (7) кислот в парафине.

Жирная кислота	R_9COOH	R_{10}COOH	R_{11}COOH	R_{12}COOH	R_{13}COOH	R_{14}COOH	R_{15}COOH
$K \cdot 10^3, \text{с}^{-1}$	4,8	— 2,9	4,5	— 3,6	3,2	— 7,5	2,2

В заключение отметим, что использование в качестве собирателей кобальта тонкодиспергированных твердых растворов насыщенных жирных кислот в парафине обладает рядом несомненных преимуществ: заметно сокращается расход жирных кислот, исключается загрязнение ими воды, существенно упрощается регенерация собирателя (для регенерации собирателя достаточно промыть сублат относительно небольшим количеством соляной кислоты и осуществить его повторное диспергирование).

ЛИТЕРАТУРА

- Кузькин С. Ф., Гольман А. М. Флотация ионов и молекул.— М.: Недра, 1971.— 84 с., ил.
- Гольман А. М. Ионная флотация.— М.: Недра, 1982.— 114 с., ил.

3. Поднек А. К., Перлов П. М., Бакинова Ю. М. Опыт переработки пенных продуктов флотации молибдена и вольфрама из сточных вод.— Обогащение руд, 1971, № 5, с. 28—30.

4. Скрылев Л. Д., Сазонова В. Ф. О флотационном выделении ионов, собранных с помощью тонкомульгированных растворов собирателей.— Изв. вуз. Цветная металлургия, 1978, № 5, с. 144—147.

5. Скрылев Л. Д., Костик В. В., Пурич А. Н. Флотационное выделение ванадат-ионов, собранных с помощью тонкодиспергированных растворов первичных алифатических аминов в парафине.— Изв. вуз. Цветная металлургия, 1983, № 5, с. 68—72.

6. Практикум по коллоидной химии / Баранова В. И., Бибик Е. Е., Кожевникова Н. М. и др. Под ред. Лаврова И. С.— М.: Изд. высшей школы, 1983.— 216 с., ил.

7. Бабко А. К. Физико-химический анализ комплексных соединений в растворах.— Киев: Изд. АН УССР, 1955.— 326 с., ил.

8. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии.— М.: Химия, 1971.— 454 с., ил.

9. Новиков Ю. В., Ласточкина К. О., Болдина З. Н. Методы определения вредных веществ в воде водоемов.— М.: Медицина, 1981.— 376 с., ил.

10. Шинода К., Накагава Т., Тамамуси Б., Исекура Т. Коллоидные поверхностноактивные вещества.— М.: Мир, 1966.— 319 с., ил.

11. Адсорбция из растворов на поверхностях твердых тел/Под ред. Г. Парфита, К. Рочестера.— М.: Мир, 1986.— 488 с., ил.

12. Дерягин Б. В., Ландау Л. Д. Теория устойчивости сильно заряженных лиофильных золь и слипания сильно заряженных частиц в растворах электролитов.— ЖЭТФ, 1945, т. 15, № 11, с. 663—682.

13. Кумок В. Н., Кулешова О. М., Карабин Л. А. Производство растворимости.— Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1983.— 267 с., ил.

Поступила 15.09.1986.

УДК 622.705

В. В. КАРМАЗИН, М. С. ЧЕТВЕРИК

Северо-Кавказский горно-металлургический институт. Институт геотехнической механики АН УССР

РАЗРАБОТКА УДОКАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНЫХ ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ

Рациональное развитие горных работ предполагает необходимость бережного использования богатств природы, создание нормальных комфортных условий труда горняков и, что особенно важно, сохранение биопотенциала и эстетики окружающей среды. В этой связи основные решения по разработке месторождений, освоение которых намечается в перспективе, должны базироваться на прогрессивной технической и технологической основе. Существенное значение это имеет при добыче полезных ископаемых во вновь осваиваемых районах, как правило, с неблагоприятными климатическими, горногеологическими условиями. Таким является высокогорное Удоканское меднорудное месторождение. Наличие вечной мерзлоты, высокая сейсмичность, большая продолжительность зимы, сложные горногеологические условия залегания месторождения требуют изыскания эффективных горнообогатительных работ.

Разработку Удоканского месторождения при открыто-подземном проведении горнообогатительных работ можно производить с подземным размещением оборудования по рудоподготовке и обогащению. При этой технологии месторождение обрабатывают двумя карьерами («Западный» и «Центральный») и подземным рудником, расположенным между ними (рис. 1). Комплекс оборудования рудоподготовки и обогащения, располагающийся в центре месторождения на уровне отметки 1450 м