

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044403**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.08.24

(51) Int. Cl. **B03D 1/012** (2006.01)
B03D 101/02 (2006.01)

(21) Номер заявки
202100118

(22) Дата подачи заявки
2021.03.22

(54) **РЕАГЕНТ-СОБИРАТЕЛЬ ДЛЯ ФЛОТАЦИИ СУЛЬФИДНЫХ РУД**

(43) **2022.09.30**

(56) SU-A-432139
US-A-3860641
CN-A-110280394
US-A-4595493

(96) **2021000034 (RU) 2021.03.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"МЕХАНОБР-ОРГСИНТЕЗ-
РЕАГЕНТ" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Рябой Владимир Ильич, Кретов
Виталий Павлович, Рябой Илья
Владимирович, Левковец Сергей
Евгеньевич (RU)**

(74) Представитель:
Аксентьева И.И. (RU)

(57) Изобретение относится к области флотационного обогащения сульфидных руд с промышленным содержанием таких ценных компонентов, как медь, золото и серебро. Заявлены реагенты-собиратели для флотации сульфидных руд из производных 3-алкилксантогенпропионовой кислоты и ее солей общей формулы R-O-C(S)S-CH₂CH₂COO-X, где заместитель R выбран из группы, представляющей C₂-C₁₀ углеводородный радикал или C₇-C₈-арилалкильный радикал, а группа X представляет собой H, Na или K. Кроме того, изобретением предусматривается применение указанных реагентов в эффективном количестве в качестве собирателей при стандартном технологическом режиме флотации сульфидных медь-, золото- и серебросодержащих руд. Изобретение обеспечивает увеличение извлечения из перерабатываемых руд меди на 2,9-3,65%, золота - 3,17% и серебра 1,14-1,94% по сравнению с известными способами при сопоставимом качестве концентратов.

B1

044403

044403

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к области флотационного обогащения сульфидных медьсодержащих руд, например, медно-пиритных, медно-песчанниковых и золотосодержащих руд с промышленным содержанием таких ценных компонентов, как медь и благородные металлы. Данное изобретение относится к использованию 3-алкилксантогенпропионовой кислоты и ее солей в качестве собирателя в процессе флотации. Кроме того, изобретение относится к способу флотации с использованием указанного реагента-собирателя при флотационном извлечении меди, золота и серебра из сульфидных руд.

Предшествующий уровень техники

В настоящее время при флотации сульфидных руд, содержащих такие цветные, редкие и драгоценные металлы, как медь, свинец, цинк, молибден, никель, золото, серебро, платиноиды и др., в качестве собирателей широко применяются ксантогенаты, диалкилдитиофосфаты (аэрофлоты, дитиокарбаматы, тионокарбаматы и эфиры ксантогенатов, а также их различные комбинации, описанные в документе под общей редакцией Богданова О.С. "Теория и технология флотации", Москва, Недра, 1980, стр. 30-39, 75-143, 347-353 (1).

Известно применение производных тиомочевины, имеющих формулу $C_6H_5-N(R)-C(S)-NH-C(O)-R_1$, где R и R_1 представляют собой алифатические C_1-C_5 - углеводородные радикалы, при флотации медно-пиритной руды (см. SU 997819, публ. 23.03.1983, МПК В03D1/02) (2).

Перечисленные собиратели обладают разной собирательной способностью и селективностью действия. Наиболее широкое распространение получили ксантогенаты и диалкилдитиофосфаты. Ксантогенаты являются сильными собирателями сульфидных минералов, содержащих цветные, редкие и драгоценные металлы. Одновременно они флотируют железосодержащие сульфиды пирит и пирротин, вследствие чего являются малоселективными при разделении сульфидов цветных, редких и драгоценных металлов и сопутствующих им сульфидов железа.

Диалкилдитиофосфаты, в отличие от ксантогенатов, являются существенно более селективными при разделении сульфидов цветных, редких и драгоценных металлов от сульфидов железа пирита и пирротина, но их собирательная способность заметно меньше, чем у ксантогенатов.

Широкое распространение ксантогенатов и диалкилдитиофосфатов в качестве собирателей связано не только с эффективностью их флотационного действия, но и доступностью их получения. Диалкилдитиофосфаты стали более широко применяться после разработки новой эффективной технологии их производства в виде концентрированных водных растворов, образующихся при нейтрализации жидких диалкилдитиофосфорных кислот водными растворами щелочей, аммиака или органических аминов (см. "Флотационные реагенты и их применение", Хан Г.А., Габриэлова Л.И., Власова Н.С., Москва, изд. Недра, 1986 г., стр.33-53) (3).

Известно использование при флотации медных минералов из сульфидных руд в качестве собирателей алкильных производных 2-меркаптобензоксазола (см. RU 2102154, публ. 20.01.1998, МПК В03D1/012, В03D 1/06) (4). В сравнении с действием стандартного собирателя амилового ксантогената, при использовании в качестве собирателей указанных соединений получено более высокое извлечение меди. Однако, такие реагенты при синтезе получают с низкими выходами, что делает их малодоступными. Достаточно сказать, что из 38,6 г исходного сырья, в том числе дорогостоящего типа параалкилортоаминофенола, получают в лабораторных условиях всего 18,4 г неочищенного реагента с активностью 80%, остальное - отходы.

Известно применение при флотации медных и медно-молибденовых руд алкиловых эфиров алкиламидотиофосфорной кислоты с общей формулой $(R^1O)(R^2O)P(S)NR^3R^4$, где R^1, R^2, R^3, R^4 - углеводородные радикалы. Эти реагенты являются производными диалкилдитиофосфорной кислоты (см. RU 2312712, публ. 20.12.2007, МПК В03D1/14, С07F9/17) (5). При флотации медно-молибденовой руды с использованием предлагаемого собирателя в оптимальном опыте получено повышение извлечения меди на 4,8% и молибдена на 7,1% по сравнению с действием этилизопропилтионокарбамата, который авторы приняли за стандартный собиратель. Этот реагент давно известный, как Z-200, является слабым собирателем, но очень селективным при отделении сульфидов цветных и драгоценных металлов от сульфидов железа пирита и пирротина и используется, как правило, совместно с более сильными собирателями ксантогенатами и диалкилдитиофосфатами. В связи с этим трудно оценить собирательную способность предлагаемых собирателей в сравнении с другими известными собирателями.

Известно применение в качестве собирателя при разделении сульфидов цветных металлов меди, свинца и цинка и сульфидов железа пирита и пирротина гидрокарбокискарбонилтионокарбаматных соединений, относящихся к классу производных ксантогенатов и имеющих формулу: $R^1OC(S)NH-C(O)OR^2$, где R^1 и R^2 - углеводородные радикалы с длиной углеводородной цепи C_1-C_8 (см. US 4595493 A, 17.06.86, МПК В03D1/02) (6). Реагенты этого класса обеспечивают получение наиболее высоких технологических показателей по извлечению и содержанию пирита в концентратах в кислой среде при pH =4. Это препятствует более широкому применению реагентов данного типа, поскольку флотационный процесс, как за рубежом, так и в РФ осуществляется в подавляющем большинстве случаев в щелочных средах.

Отмеченные недостатки ксантогенатов, диалкилдитиофосфатов и других реагентов обуславливают поиск новых собирателей, способных повысить технологические показатели по сравнению с использованием уже известных собирателей. При этом синтезируют чаще всего производные ксантогенатов и диал-

килдитиофосфатов и реже других типов органических соединений.

Наиболее близким техническим решением является способ флотации сульфидных руд с использованием в качестве собирателя бутилксантогената калия, подаваемого в различные операции флотационного процесса в соответствии с разработанными режимами для обогащаемых типов руд, описанный в указанном выше документе (3) на стр.38-46. В ассортименте производимых ксантогенатов на бутиловый ксантогенат и его изобутиловый аналог, приходится наибольший объем производства и, соответственно, потребления ксантогенатов обогатительными фабриками. Бутиловый ксантогенат применяют практически для всех типов обогащаемых сульфидных руд: медных, молибденовых, медно-цинковых, медно-никелевых, а также полиметаллических руд (см. указанный выше документ (1), стр.216-232). Недостатком указанного известного способа является невозможность увеличения извлечения таких цветных, редких и драгоценных металлов как медь, золото и серебро при наличии в обогащаемых медьсодержащих и прочих рудах трудно флотируемых разновидностей минеральных частиц при использовании в качестве реагента-собирателя индивидуального бутилксантогената калия, а также сложность сохранения или повышения качества медного концентрата при наличии в рудах пирита или пирротина.

Сведения о методе получения 3-алкилксантогенпропионовых кислот и их солей, которые классифицируются авторами в общем случае, как карбоксилсодержащие эфиры ксантогеновых кислот, известны из способа получения карбоксилсодержащих эфиров ксантогеновых кислот (см. Авторское свидетельство СССР № 432139, публ. 09.07.75 (7)). По этому способу реагенты получают путем взаимодействия ксантогенатов с акриловой кислотой по реакции в виде солей щелочных металлов:



Реагенты хорошо растворимы в воде и различных органических растворителях: спирте, эфире, ацетоне и др. Водные растворы устойчивы в течение длительного времени. При обработке солей неорганическими кислотами образуются соответствующие кислоты, трудно растворимые в воде. Реакция протекает на холоду без образования отходов с хорошим выходом.

Раскрытие изобретения

Задачей настоящего изобретения является повышение технологической эффективности флотации медьсодержащих сульфидных руд и сульфидных руд, содержащих золото и серебро.

Техническим результатом настоящего изобретения является увеличение степени извлечения меди и драгоценных металлов при флотации медьсодержащих медно-пиритных, медистых песчаников и золото-содержащих руд.

Для достижения технического результата реагент-собиратель для флотации сульфидных руд содержит производные 3-ксантогенпропионовой кислоты формулы R-O-C(S)S-CH₂CH₂COO-X, где заместитель R выбран из C₂-C₁₀ углеводородного радикала и C₇-C₈-арилалкильного радикала, причем R может содержать атом азота, X представляет собой H, Na или K, и стандартные вспомогательные реагенты для флотации.

Заместитель R представляет собой C₂-C₁₀ углеводородный радикал, выбранный из класса алифатических соединений нормального и изоостроения.

Заместитель R представляет собой C₇-C₈-арилалкильный радикал.

Производное 3-ксантогенпропионовой кислоты имеет формулу (CH₃)₂NCH₂CH₂OC(S)S(CH₂)₂COOK.

Реагент-собиратель дополнительно содержит реагенты-собиратели из группы ксантогенатов, диалкилдитиофосфатов, гетероциклических соединений, таких как меркаптобензтиазол.

Указанные сульфидные руды выбраны из медно-пиритных медных песчаников и золотосодержащих арсенопирит-пиритных руд.

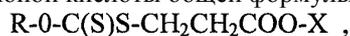
Производные 3-ксантогенпропионовой кислоты формулы R-O-C(S)S-CH₂CH₂COO-X, где заместитель R выбран из C₂-C₁₀ углеводородного радикала и C₇-C₈-арилалкильного радикала, причем R может содержать атом азота, X представляет собой H, Na или K, применяют в эффективном количестве в качестве реагента-собирателя для флотации сульфидных руд при стандартном технологическом режиме медь- и золотосодержащих сульфидных руд.

Совокупность признаков заявляемого изобретения находится в причинно-следственной взаимосвязи с достигаемым техническим результатом и представлена в независимых пунктах формулы изобретения.

Следует понимать, что специалисты в данной области техники смогут предложить другие варианты осуществления изобретения и что некоторые его детали можно изменять в различных других аспектах, не выходя за рамки сущности и объема настоящего изобретения.

Осуществления изобретения

Настоящее изобретение относится к реагенту-собирателю для флотации медных и содержащих драгоценные металлы сульфидных руд, представляющему собой по крайней мере одно соединение из класса производных 3-алкилксантогенпропионовой кислоты общей формулы:



где заместитель R выбран из группы, представляющей C₂-C₁₀ углеводородный радикал или C₇-C₈-арилалкильный радикал, а X представляет собой H или щелочные катионы K, Na.

Кроме того, настоящим изобретением предусматривается применение заявляемого реагента-собирателя в эффективном количестве при стандартном технологическом режиме флотации сульфидных

руд для извлечения меди и драгоценных металлов, таких как золото, серебро, из медь- и золотосодержащих сульфидных руд.

Эффективным количеством реагента-собирателя по настоящему изобретению является такое количество, при котором достигается указанный технический результат.

Флотацию сульфидных минералов с использованием реагентов-собирателей настоящего изобретения осуществляют проведением традиционных операций, хорошо известных в данной области и описанных, например, в документе "Исследование руд на обогатимость", Митрофанов С.И., Москва, изд. по чёрной и цветной металлургии, 1954, стр. 155-189, (9). Сульфидную руду измельчают в мельнице до содержания твёрдого 60-80% класса -0,074 мм, доводят содержание твёрдого к жидкой фазе до отношения 1:3-4 и помещают во флотационную машину. Согласно технологическому режиму вносят собиратель, пенообразователь, модификаторы флотации (депрессоры, активаторы, регуляторы pH, диспергаторы и т.п.). Включают аэрацию и проводят флотацию. Длительность флотации подбирают экспериментально. С целью увеличения содержания основного металла, полученный черновой концентрат подвергают перерешеткам. Эффективное количество реагентов-собирателей по изобретению, используемое при флотации руды, составляет от 6 до 52 г/т. Указанное количество реагента-собирателя может вноситься во флотационный процесс как целиком, на стадии основной флотации, так и частично, причём часть собирателя вводят на стадии перерешетки или контрольной флотации. Общая длительность флотации с использованием заявляемых реагентов-собирателей составляет от 4 до 24 мин, в частности, при этом длительность стадии контрольной флотации составляет от 2 до 10 мин. Реагент-собиратель по настоящему изобретению может дополнительно включать другие известные реагенты-собиратели, в том числе выбранные из группы тиофосфатов и ксантогенатов, в частности такие, как диизобутилдитиофосфат натрия и бутилксантогенат калия. Количество таких дополнительных собирателей, используемое при флотации, составляет от 2 до 80 г/т. Указанные дополнительные собиратели вводятся во флотационный процесс в сочетании с заявляемыми производными 2-алкилксантогенпропионой кислоты по настоящему изобретению.

Дополнительно, наряду с заявляемыми реагентами-собирателями настоящего изобретения, могут использоваться вспомогательные вещества, обычно применяемые при флотации медьсодержащих сульфидных руд. Такие вещества включают, но не ограничиваются ими, сернистый натрий, медный и цинковый купорос, известь, пенообразователи, в частности, такие как кубовый остаток ректификации диметилдиоксана (Т-80, Т-92) и монобутиловые эфиры полипропиленгликолей (ОПСБ), машинное масло, керосин, жидкое стекло, применение которых при флотации сульфидных руд хорошо известно специалисту в данной области. Количество указанных вспомогательных веществ, используемых на стадии флотации, составляет от 20 г/т до 1,1 кг/т каждого.

Ниже приведены примеры конкретных реализаций настоящего изобретения для использования при флотации различных медьсодержащих сульфидных руд. Все приведенные собиратели синтезированы по упомянутому выше способу (7).

Пример 1. Медно-пиритную руду с содержанием меди 0,3% и пирита в пределах 1,0-1,3% измельчают до 65% класса -0,074 мм с использованием стандартной мельницы в присутствии извести при ее расходе 1 кг/т, затем подают измельченную руду в камеру флотомашин и проводят основную и контрольную флотацию в течение 2 мин каждая. Реагент-собиратель изобутилксантогенпропионат калия вводят в основную флотацию в количестве 36 г/т и контрольную флотацию в количестве 16 г/т. Дополнительно на стадии основной флотации вводят сернистый натрий в качестве сульфидизатора при расходе 25 г/т и пенообразователь Т-92 в количестве 50 г/т руды. Щелочность пульпы на стадии флотации составляет 120 г/м³ свободной СаО, pH флотации 10,3. Далее объединяют концентраты основной и контрольной флотации (концентрат суммарный). Получают грубый медный концентрат с содержанием меди 9,4%. Процент извлечения меди согласно описанному способу, предусматривающему применение реагента-собирателя по изобретению, составляет 89,1 мас. %.

Таблица 1

Показатели флотации медно-пиритной руды при использовании в качестве собирателя изобутилксантогенпропионата калия с формулой: $\text{H}_3\text{O}-\text{C}_4\text{H}_9\text{OC}(\text{S})\text{S}(\text{CH}_2)_2\text{COOK}$

Расход собирателя, г/т	Наименование продуктов флотации	Выход, %	Содержание Cu, %	Извлечение Cu, %
52	Концентрат суммарный	2,84	9,4	89,2
	Хвосты	97,16	0,034	10,9
	Руда	100,0	0,29	100,0

Сравнительный пример 1 (по прототипу).

Медно-пиритную руду измельчают и обрабатывают аналогично тому, как описано в примере 1, за исключением того, что в качестве реагента-собирателя применяют бутилксантогенат калия в количестве 52 г/т, из них 36 г/т в основную флотацию и 16 г/т в контрольную флотацию. Полученный грубый медный концентрат характеризуется содержанием меди 9,2 мас.%. Процент извлечения меди из руды при использовании бутилксантогената калия в качестве реагента собирателя составляет 87,20 мас. %.

Таблица 2

Результаты флотации медно-пиритной руды при использовании в качестве собирателя бутилксантогената калия

Расход собирателя, г/т	Наименование продуктов флотации	Выход, %	Содержание Cu, %	Извлечение Cu, %
52	Концентрат суммарный	2,83	9,2	87,2
	Хвосты	97,17	0,030	12,8
	Руда	100,0	0,30	100,0

В приведенных ниже примерах 2-6 обработку медно-пиритной руды проводят аналогично примеру 1, за исключением того, что в качестве реагентов собирателей применяют другие производные алкилксантогенпропионатов щелочных металлов.

Пример 2. Собиратель, представляющий собой амилксантогенпропионат калия с формулой $n-C_5H_{11}OC(S)S(CH_2)_2COOK$. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Расход собирателя, г/т	Наименование продуктов флотации	Выход, %	Содержание Cu, %	Извлечение Cu, %
52	Концентрат суммарный	2,93	9,21	90,1
	Хвосты	97,07	0,028	9,9
	Руда	100,0	0,30	100,0

Пример 3. Собиратель, представляющий собой фенилэтиленксантогенпропионат натрия с формулой $C_6H_5-CH_2-CH_2OC(S)S(CH_2)_2COONa$. Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Расход собирателя, г/т	Наименование продуктов флотации	Выход, %	Содержание Cu, %	Извлечение Cu, %
52	Концентрат суммарный	2,87	9,5	87,9
	Хвосты	97,13	0,039	12,1
	Руда	100,0	0,31	100,0

Пример 4. Собиратель, представляющий собой алкилксантогенпропионат калия с формулой $ROC(S)S(CH_2)_2COOK$, где R - смесь радикалов с длиной цепи C_8-C_{10} при их соотношении 45% C_8 и 55% C_{10} . Результаты представлены в табл. 5.

Таблица 5

Расход собирателя, г/т	Наименование продуктов флотации	Выход, %	Содержание Cu, %	Извлечение Cu, %
52	Концентрат суммарный	3,00	8,8	88,1
	Хвосты	97,00	0,037	11,9
	Руда	100,0	0,30	100,0

Пример 5. Собиратель, представляющий собой этилксантогенпропионат натрия с формулой $C_2H_5OC(S)S(CH_2)_2COONa$. Результаты представлены в табл. 6.

Таблица 6

Расход собирателя, г/т	Наименование продуктов флотации	Выход, %	Содержание Cu, %	Извлечение Cu, %
52	Концентрат суммарный	2,79	9,1	87,5
	Хвосты	97,11	0,037	12,5
	Руда	100,0	0,29	100,0

Пример 6. Собиратель, представляющий собой диметиламиноэтилен-ксантогенпропионат калия с формулой $(CH_3)_2NCH_2CH_2OC(S)S(CH_2)_2COOK$. Результаты представлены в табл. 7.

Таблица 7

Расход собирателя, г/т	Наименование продуктов флотации	Выход, %	Содержание Cu, %	Извлечение Cu, %
52	Концентрат суммарный	2,77	9,35	88,4
	Хвосты	97,23	0,034	11,6
	Руда	100,0	0,29	100,0

Реагенты-собиратели настоящего изобретения могут быть использованы в комбинации с другими известными собирателями, как это проиллюстрировано в примерах 7-9.

Пример 7. Медную сульфидную руду (медистые песчаники), включающую серебро, с содержанием меди около 1% и серебра около 10 г/т измельчают до 65% класса -0,074 мм с использованием стандартной лабораторной мельницы. Измельченную руду подают в камеру флотационной машины и последовательно проводят основную и контрольную флотации. Общее время флотации составляет 17 мин, из них основная флотация составляет 7 мин, а контрольная флотация - 10 мин. Вводят в камеру флотомашин на стадии основной флотации 14,4 г изобутилксантогенпропионата калия (60% от общего расхода) и 36 г бутилового ксантогената калия (60% от общего расхода) и на стадии контрольной флотации оставшееся количество 9,6 г изобутилксантогенилпропионата калия и 24 г бутилксантогената калия. Кроме того, на стадии основной и контрольной флотации вводят вспомогательные реагенты, соответственно, сернистый натрий 36 г/т и 0 г/т, машинное масло - 40 г/т и 20 г/т, пенообразователь ОПСБ 25 г/т и 0 г/т. Полученный концентрат содержит 7,5% меди и 91,74 г/т серебра. Извлечение меди, согласно настоящему примеру 7, составляет 88,16 мас.% меди и 84,32 мас.% серебра. Результаты представлены в табл. 8.

Таблица 8

Наименование продуктов флотации	Выход, %	Содержание		Извлечение		Коэффициент эффективности, %
		Cu, %	Ag, г/т	Cu, %	Ag, %	
Общий концентрат	10,49	7,50	91,74	88,16	84,32	78,37
Хвосты	89,51	0,118	2,00	11,84	15,68	
Руда	100,0	0,89	11,41	100,0	100,0	

Сравнительный пример 2 (по прототипу).

Медную сульфидную руду (медистые песчаники), включающую серебро, с содержанием меди около 1% измельчают и обрабатывают аналогично тому, как описано в примере 7, за исключением того, что в качестве реагента-собирателя применяют бутилксантогенат калия. Бутилксантогенат калия вводят на стадии основной флотации в количестве 46 г/т и на стадии контрольной флотации в количестве 30 г/т. Полученный концентрат содержит меди 9,22 мас.% и серебра 104,47 мас.%. При этом извлечение меди составляет 84,51 мас.% и серебра 83,18 мас.%. Результаты представлены в табл. 9.

Таблица 9

Наименование продуктов флотации	Выход, %	Содержание		Извлечение		Коэффициент эффективности, %
		Cu, %	Ag, г/т	Cu, %	Ag, %	
Общий концентрат	8,65	9,22	104,77	84,51	83,18	76,58
Хвосты	91,35	0,16	2,00	15,49	16,82	
Руда	100,0	0,94	10,86	100,0	100,0	

Пример 8. Золотосодержащую руду, включающую до 3% арсенопирита и до 1% пирита, измельчают в стандартной лабораторной мельнице до крупности 72% класса -0,074 мм. Далее проводят первую основную флотацию преимущественно серебросодержащих минералов в течение 12 мин. При этом в процесс подают в качестве собирателя Аэро-5100 55 г/т, подавителя Аэро-633 в количестве 250 г/т и пенообразователя - Т-92 в количестве 160 г/т. Полученный серебряный концентрат подвергают трем переотделкам (КОФ1). После этого проводят вторую основную флотацию преимущественно арсенопирита и пирита, содержащих золото, также в течение 12 мин. В качестве реагентов в процесс подают медный купорос 250 г/т, бутилксантогенат 80 г/т, Т-92 20 г/т и сочетание других собирателей, включающего 6 г бутилксантогенпропионата калия, 2 г меркаптобензтиазола и 2,2 г дибутилдитиофосфата натрия. Получают концентрат КОФ2. Полученные концентраты направляют далее на гидрометаллургическую переработку. Результаты представлены в табл. 10.

Таблица 10

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, г/т, %				Извлечение, %			
		Au	Ag	С орг.	As	Au	Ag	С орг.	As
КОФ1	5,21	8,59	838,5	5,33	0,64	17,04	74,52	15,69	5,94
КОФ2	7,73	20,88	84,20	4,10	4,57	61,41	11,09	17,90	62,73
Суммарно	12,94	15,93	388,02	4,60	2,98	78,45	85,61	33,59	68,66
Хвосты	87,06	0,65	9,69	1,35	0,20	21,55	14,39	66,41	31,34
Руда	100,0	2,63	58,63	1,77	0,56	100,0	100,0	100,0	100,0

Сравнительный пример 3 (по прототипу).

Золотосодержащую руду измельчают и флотируют аналогично, как в примере 8, за исключением следующего. Расход бутилксантогената при получении КОФ2 составляет 100 г/т и не подают сочетание изобутилксантогенпропионата калия, меркаптобензтиазола и дибутилдитиофосфата натрия. Результаты представлены в табл. 11.

Таблица 11

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, г/т, %				Извлечение, %			
		Au	Ag	C орг.	As	Au	Ag	C орг.	As
КОФ1	2,90	8,81	1371,0	8,18	0,56	10,19	70,68	13,68	2,96
КОФ2	7,31	22,32	101,50	4,26	4,90	65,09	13,19	17,96	65,32
Суммарно	10,21	18,48	491,52	5,37	3,67	75,28	83,87	31,63	68,28
Хвосты	89,79	0,69	20,00	1,32	0,19	24,72	16,13	68,37	31,72
Руда	100,0	2,51	68,13	1,73	0,55	100,0	100,0	100,0	100,0

Сравнение и анализ полученных экспериментальных данных показывают, что согласно примерам 1-6 все испытанные производные алкилксантогенпропионовой кислоты при флотации медно-пиритной руды обеспечивают увеличение извлечения меди из обрабатываемой руды по сравнению с прототипом (сравнительный пример 1) при сопоставимом качестве медного концентрата на 0,4-2,9% в зависимости от длины углеводородного радикала. Наиболее высокое извлечение меди достигается с использованием наиболее доступных производных с длиной углеводородного радикала C₄-C₅. Эти собиратели повышают извлечение меди на 2-3% по сравнению с прототипом.

Сравнение результатов флотации по примерам 7, 8 показывает, что использование производных алкилксантогенпропионовой кислоты в сочетании с известными собирателями позволяет повысить извлечение меди и драгоценных металлов. В примере 7 при флотации медных песчаников с сочетанием изобутилксантогенпропионата калия и бутилксантогената достигнуто повышение извлечения меди на 3,65% и серебра на 1,14% по сравнению с прототипом (сравнительный пример 2) при более высокой эффективности протекания процесса, что подтверждается приведенными значениями величин коэффициентов эффективности. В примере 8 использование сочетания бутилксантогенпропионата калия, бутилксантогената, меркаптобензтиазола и дибутилдитиофосфата натрия по сравнению с прототипом (сравнительный пример 3) дало возможность повысить извлечение золота на 3,17% и серебра на 1,94%.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Реагент-собиратель для флотации сульфидных руд, отличающийся тем, что он содержит производные 3-ксантогенпропионовой кислоты формулы R-O-C(S)S-CH₂CH₂COO-X, где заместитель R выбран из C₂-C₁₀ углеводородного радикала и C₇-C₈-арилалкильного радикала, причем R может содержать атом азота, X представляет собой H, Na или K, и стандартные вспомогательные реагенты для флотации.

2. Реагент-собиратель по п.1, отличающийся тем, что заместитель R представляет собой C₂-C₁₀ углеводородный радикал, выбранный из класса алифатических соединений нормального и изостроения.

3. Реагент-собиратель по п.1, отличающийся тем, что заместитель R представляет собой C₇-C₈-арилалкильный радикал.

4. Реагент-собиратель по п.1, отличающийся тем, что производное 3-ксантогенпропионовой кислоты имеет формулу (CH₃)₂NCH₂CH₂OC(S)S(CH₂)₂COOK.

5. Реагент-собиратель по одному из пп.1-4, отличающийся тем, что он дополнительно содержит реагенты-собиратели из группы ксантогенатов, диалкилдитиофосфатов, гетероциклических соединений, таких как меркаптобензтиазол.

6. Реагент-собиратель по п.1, отличающийся тем, что указанные сульфидные руды выбраны из медно-пиритных медных песчаников и золотосодержащих арсенопирит-пиритных руд.

7. Применение производных 3-ксантогенпропионовой кислоты формулы R-O-C(S)S-CH₂CH₂COO-X, где заместитель R выбран из C₂-C₁₀ углеводородного радикала и C₇-C₈-арилалкильного радикала, причем R может содержать атом азота, X представляет собой H, Na или K, в эффективном количестве в качестве реагента-собирателя для флотации сульфидных руд при стандартном технологическом режиме медь- и золото-содержащих сульфидных руд.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2