República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0822368-8 B1

(22) Data do Depósito: 07/03/2008

(45) Data de Concessão: 16/04/2019

(54) Título: PROCESSO PARA RECUPERAR SULFETO DE COBRE E, OPCIONALMENTE, SULFETO DE MOLIBDÊNIO DE UM MINÉRIO CONTENDO COBRE POR FLUTUAÇÃO EM ESPUMA

(51) Int.Cl.: B03D 1/012; B03D 1/004; B03D 1/02.

(73) Titular(es): S.P.C.M. S.A..

(72) Inventor(es): DANIEL CANADY; MARK DEWALD.

(86) Pedido PCT: PCT IB2008050844 de 07/03/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/109812 de 11/09/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 09/08/2010

(57) Resumo: PROCESSO PARA RECUPERAR SULFETO DE COBRE E, OPCIONALMENTE, SULFETO DE MOLIBDÊNIO DE UM MINÉRIO CONTENDO COBRE POR FLUTUAÇÃO EM ESPUMA Processo para recuperar sulfeto de cobre e, opcionalmente, sulfeto de molibdênio de um minério contendo cobre por flutuação em espuma, consistindo em: - trituração do dito minério; - mistura do pó fino obtido com pelo menos um coletor e água; - aeração da pasta; e - remoção e concentração da espuma de mineral formada na superfície do banho, em que o coletor é um derivado de ácido tioglicólico tendo a seguinte fórmula: - R1 é N ou O; e - R2 é um grupo alquila tendo 2 a 12 átomos de carbono.

PROCESSO PARA RECUPERAR SULFETO DE COBRE E, OPCIONALMENTE, SULFETO DE MOLIBDÊNIO DE UM MINÉRIO CONTENDO COBRE POR FLUTUAÇÃO EM ESPUMA

[0001] A presente invenção se refere a aperfeiçoamentos para a separação seletiva dos valores de cobre (Cu) e, opcionalmente, cobre - molibdênio (Cu - Mo) de minérios contendo cobre por flutuação. Mais particularmente, a presente invenção se refere a um processo para tal separação, que usa um coletor, um derivado de ácido tioglicólico, opcionalmente em combinação com qualquer outro coletor usado comumente em processos de beneficiamento mineral.

[0002] A maior parte dos recursos mundiais de cobre está na forma de sulfeto de cobre, em particular, calcopirita ($CuFeS_2$) ou calcocita (Cu_2S). Um sulfeto é um composto no qual um metal, tal como cobre, está ligado a um ou mais átomos de enxofre.

[0003] Para os sulfetos de cobre, os processos de flutuação em espuma são amplamente usados para separar os sulfetos de cobre dos materiais remanescentes do minério.

[0004] A técnica de flutuação em espuma, para separar e concentrar os minérios desejados de minerais e ganga indesejáveis é um processo bem conhecido. O mineral - minério é britado e empastado com água a aproximadamente 30% de sólidos. Depois, é alimentado ao moinho, ao qual são adicionados os coletores dos minerais e os espumantes. Os coletores dos minerais vão ser absorvidos na superfície do mineral desejado e provocar um grau desejado de características hidrofóbicas, para permitir que o mineral desejado fique aderente à bolha de espuma e seja removido do

material de ganga indesejável. Opcionalmente, uma pessoa versada na técnica pode adicionar depressores à célula de flutuação, para remover ainda mais por sedimentação as espécies indesejáveis, que têm tendência de ficar agarradas nas bolhas de espuma, tal como ferro. A pasta de minério / água é então dosada com uma determinada quantidade de espumante, no seu caminho para as células de flutuação em espuma. Ar é soprado pelo fundo da célula de flutuação, enquanto que um agitador mantém a pasta pesada bem distribuída. As bolhas de ar, juntamente com o espumante, criam uma espuma de mineral que é escumada da célula de flutuação, concentrada e processada posteriormente.

[0005] Tipicamente, os depósitos de cobre contêm outros tipos de minerais associados com os sulfetos de cobre. A molibdenita é, por exemplo, um sulfeto de molibdênio natural (MoS_2), que é basicamente recuperado como um subproduto no refino de minérios de cobre por flutuação em espuma. Os depósitos de cobre também contêm frequentemente uma proporção significativa de sulfeto de ferro, que é um elemento indesejável no concentrado final, devido ao seu efeito nocivo ao equipamento usado para a redução de minérios de sulfeto de cobre a cobre metálico.

[0006] O desempenho econômico de mineral de cobre é, portanto, diretamente ligado à eficiência e à seletividade do processo de flutuação usado. Consequentemente, há uma necessidade constante para proporcionar um processo de flutuação em espuma, que propicie a recuperação de um maior percentual de minerais valiosos altamente puros contendo cobre (isto é, sulfeto de cobre e, opcionalmente, molibdenita).

[0007] A presente invenção se refere a processos aperfeiçoados para flutuação de minérios. Mais especificamente, a presente invenção se refere a um novo material coletor em circuitos de flutuação em espuma, para facilitar a maior recuperação de minério de cobre e, opcionalmente, valores de molibdênio, com eliminação aperfeiçoada de contaminantes nocivos, tal como sulfeto de ferro. Mais particularmente, a presente invenção se refere a um processo para tal recuperação, usando como coletor, no todo ou em parte, um derivado de ácido tioglicólico, opcionalmente em combinação com outro coletor comum. O coletor secundário pode ser dosado como uma única mistura homogênea com o derivado de ácido tioglicólico, ou em dois pontos distinto, ou como formulações heterogêneas. Opcionalmente, a mistura de coletores, como descrito acima, pode ser formulada eficientemente com quaisquer outros reagentes comuns de células de flutuação em espuma, tais como espumante, depressor, solvente e emulsificante.

[0008] A maior parte dos minérios de sulfeto de cobre é concentrada por uso do processo de flutuação em espuma.

[0009] A flutuação em espuma é obtida quando partículas de sulfeto de cobre e, opcionalmente, de sulfeto de molibdênio são separadas das outras partículas, com base nos seus potenciais superficiais.

[0010] Para isso, minério finamente moído é misturado com substâncias químicas e água, para formar uma pasta (ou polpa). As substâncias químicas usadas, conhecidas como coletores, são reagentes contendo tanto um grupo apolar (radical de hidrocarboneto) quanto um grupo polar (hidrofílico), de modo

que o grupo hidrofílico possa reagir com os minerais de sulfetos de cobre e, opcionalmente, de sulfeto de molibdênio, para hidrofobizar as suas superfícies. A pasta correspondente é então aerada. As partículas de minério hidrofóbicas contendo cobre (Cu) ou cobre - molibdênio (Cu – Mo) escapam da água por fixação nas bolhas de ar, que sobem para a superfície do banho formando uma espuma, chamada escuma. Após isso, a espuma é removida como um concentrado, a ser tratado, enquanto o resíduo (partículas hidrofílicas) é descarregado com a corrente de rejeitos.

[0011] Os coletores usados comumente para os minérios contendo cobre são os xantatos, ésteres de xantatos, formiatos de xantatos, ditiocarbamatos, fosfinatos, ditiofosfatos e tionocarbamatos. No entanto, para alguns casos a recuperação e, em particular, a seletividade obtidas não são satisfatórias, especialmente com relação aos minérios tendo altos teores de sulfeto de ferro.

[0012] É um objeto desta invenção proporcionar um aperfeiçoamento no processo de recuperação de valores de cobre e, se algum, também de molibdênio de um minério contendo cobre por flutuação em espuma, que compreende o uso de um coletor, em todo ou em parte, de derivado de ácido tioglicólico, opcionalmente em combinação com outro coletor comum.

[0013] Surpreendentemente, verificou-se que o uso de um ou mais derivados de ácido tioglicólico, como o coletor único ou em combinação com outro comum, aperfeiçoa bastante a separação seletiva de minério contendo cobre (Cu) ou cobre - molibdênio (Cu - Mo), especialmente no caso quando há um alto teor de minerais de sulfetos de ferro na polpa.

[0014] Como uma consequência, a invenção diz respeito a um processo para recuperar sulfeto de cobre e, opcionalmente, sulfeto de molibdênio de um minério contendo cobre por flutuação em espuma, consistindo de:

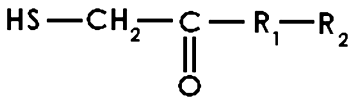
- trituração do dito minério;

- mistura do pó fino obtido com pelo menos um coletor e água;

- aeração da pasta; e

- remoção e concentração da espuma de mineral formada na superfície do banho,

em que o coletor é um derivado de ácido tioglicólico tendo a seguinte fórmula:



- R1 representa N ou O; e

- R2 representa um grupo alquila tendo 2 a 12 átomos de carbono.

[0015] Em uma concretização preferida, o coletor é um tioglicolato de alquila. Nesse caso, R_1 representa um átomo de oxigênio.

[0016] Qualquer de R1, R2 representa uma cadeia de alquila linear, uma alquila ramificada, uma arilalquila, e uma alquila etoxilada, todas elas tendo, vantajosamente, 2 a 12 átomos de carbono, tendo, mais vantajosamente, 6 a 10 átomos de carbono, ou qualquer grupo alquila modificado tendo 2 a 12 átomos de carbono, tendo, vantajosamente, 6 a 10 átomos de carbono.

[0017] Por exemplo, o coletor da invenção é selecionado do grupo contendo tioglicolato de n-butila, tioglicolato de n-hexila, tioglicolato de n-octila, tioglicolato de 2-etilhexila ou tioglicolato de n-dodecila.

[0018] Em uma concretização preferida, o tioglicolato de alquila tem um grupo alquila linear ou ramificado consistindo de 8 átomos de carbono. É chamado tioglicolato de octila.

[0019] O um ou mais derivados de ácido tioglicólico da invenção podem ser usados sozinhos ou como uma mistura de dois ou mais deles.

[0020] Um processo de manufatura não limitado preferido do um ou mais derivados de ácido tioglicólico da invenção é descrito da seguinte maneira: ácido tioglicólico é misturado com o álcool primário ou secundário substituído ou amina N-substituída desejado, dependendo da natureza do derivado de ácido tioglicólico desejado. Calor é aplicado quando necessário e, opcionalmente, um catalisador ácido, tal como ácido sulfúrico, ácido metanossulfônico, ácido paratoluenossulfônico e uma resina sulfonada, pode ser adicionado para otimizar a velocidade da reação. A água formada como subproduto é removida continuamente por destilação, e, desse modo, todo o ácido tioglicólico é convertido no derivado de ácido tioglicólico correspondente.

[0021] O processo da invenção pode requerer além do derivado de ácido tioglicólico, pelo menos um segundo coletor, que é selecionado de grupos consistindo de tionocarbamatos de dialquila, formiatos de xantogênio e dialquila, ésteres de xantogênio e dialquila, ditiofosfatos de dialquila,

monotiofosfatos de dialquila, ditiocarbamatos de dialquila, fosfinatos ou quaisquer dos xantatos.

[0022] A composição do novo coletor envolve de 5 a 100% em peso de qualquer derivado de ácido tioglicólico de 2 a 12 átomos de carbono, de preferência, de 5 a 75%, o resto a 100% em peso consistindo de pelo menos um dos coletores de beneficiamento mineral comuns tendo uma ligação C-S, uma ligação P-S ou uma ligação S=C-N, tais como os coletores selecionados de grupos contendo tionocarbamatos de dialquila, ditiocarbamatos de dialquila, fosfinatos, formiatos de xantogênio e dialquila, ésteres de xantogênio e dialquila, ditiofosfatos de dialquila, monotiofosfatos de dialquila, ditiocarbamatos de dialquila, ou quaisquer dos xantatos. O um ou mais derivados de ácido tioglicólico da invenção trabalham com todos os coletores de beneficiamento mineral, que podem ser usados sozinhos ou em combinação. Opcionalmente, a mistura de coletores, como descrito acima, pode ser formulada eficientemente com quaisquer reagentes de células de flutuação comuns, tais como, mas não limitados a, depressores, espumantes, emulsificantes e solventes em qualquer razão adequada.

[0023] Quando usado em combinação com outro coletor comum, em alguns casos, o derivado de ácido tioglicólico não vai se solubilizar nele, de modo que deve ser dosado como um coletor secundário, de algum modo a manter as razões indicadas acima, até e incluindo 3 partes de derivado de ácido tioglicólico para 1 parte de coletor comum. Ao contrário, quando o derivado de ácido tioglicólico pode ser solubilizado, as composições da presente invenção eliminam a necessidade para adições

separadas, reduzindo, desse modo, o número de etapas de processamento.

[0024] A composição de derivado de ácido tioglicólico contendo coletores mostrou um efeito forte e favorável em minérios de cobre com alto teor de pirita. A recuperação de ferro na massa flutuante de cobre foi cortada em 20 - 42%. A rejeição de ferro na célula de flutuação é igual aos aumentos dimensionáveis nos teores dos graus para cobre e/ou molibdênio no concentrado.

[0025] Geralmente, o derivado de ácido tioglicólico é usado em uma proporção variando de cerca de 0,001 a cerca de 0,1 kg de coletor por tonelada de minério, de preferência, cerca de 0,005 a cerca de 0,05 kg por tonelada. Dependendo do minério de cobre particular processado, a dosagem ótima pode ser facilmente determinada por ensaio.

Flutuação de material de desmonte comum:

[0026] Um procedimento de flutuação em espuma de laboratório comum foi aplicado para a avaliação do desempenho dos vários derivados de tioglicolatos, como também de um par de coletores formulados:

A - Materiais e Equipamento

[0027] 1.500 g de amostra / operação de teste, 100% - 10 malhas, 1.500 mL de água de mineração, reagentes: coletores, depresssores e espumantes, cal quando necessária, água de mineração de reconstituição, grande moinho de bolas com meio de moagem (bolas), rolos conectados para sincronizar, filtro e caçamba, máquina de flutuação Denver (pequeno impulsor), célula de flutuação Minnovex MFT de 4,6 litros, célula de

flutuação Denver de 750 mL, filtro e papel de filtro, medidor de pH calibrado antes da flutuação, seringas de microlitros, mangueira de sifão e béquer de 600 mL, panelas de amostra, estufa de secagem.

Procedimento B

[0028] Colocar 1.500 g de amostra, 1.500 mL de água de mineração, e uma quantidade estimada de cal para ajustar o pH a 9,0 em um moinho de bolas. Apertar a tampa e colocar nos rolos por 10 min. Após moagem, despejar a amostra e as bolas pelo filtro na caçamba, para remover as bolas. Com cuidado lavar a amostra do moinho de bolas, bolas e filtro na caçamba usando água de mineração. Despejar a amostra da caçamba em uma célula de 4,6 litros. Adicionar água de mineração suficiente para colocar o nível na linha. Pesar a célula e registrar em folha de ensaio de flutuação. Colocar a célula em uma máquina de flutuação. Baixar o impulsor na célula e ajustar a rotação a 1.200 rpm. Ligar a máquina com a certeza de que o ar está desligado. Colocar a sonda de pH na célula. Registrar o pH. Adicionar cal para colocar o pH no valor desejado (10,5). Registrar esse pH. Remover a sonda de pH. Adicionar os coletores, depressores e espumantes. Proporcionar à amostra dois minutos de tempo de condicionamento. Ligar o ar. Promover flutuação da amostra por 15 minutos, puxando o concentrado da parte de topo da célula a cada 15 minutos. Lavar as partes laterais quando necessário. Desligar o ar. Colocar a sonda de pH na célula e registrar o pH final. Sifonar 600 mL de pasta de rejeito no béquer. Peneirar a úmido o material por uma peneira de 400 malhas. Classificar por rotação o material retido por uso de peneiras de 65, 150 e 400 malhas. Pesar cada

fração e analisar Cu e Fe. Reduzir a rotação da máquina para 900 rpm. Desligar o agitador, levantar o impulsor, lavar qualquer resíduo do impulsor e das partes laterais da célula. Remover a célula e lavá-la, colocando a lavagem em um béquer de 4 litros. Deixar a pasta flocular e filtrá-la quando tiver sedimentado. Colocar o material grosseiro em uma célula de 750 mL. Colocar a célula em uma máquina de flutuação e baixar o impulsor nela. Colocar a sonda de pH na célula. Registrar o pH. Adicionar cal para aumentar o pH a 11,5. Registrar o pH e a massa de cal (em gramas) usada. Remover a sonda. Ligar o ar e promover a flutuação por 5 min. Lavar as partes laterais, se necessário, com água de mineração. Desligar o ar. Colocar a sonda de pH na célula e registrar o pH. Desligar o agitador, elevar o impulsor, lavar qualquer resíduo do impulsor e das partes laterais da célula. Remover a célula da máquina. Filtrar e secar amostras para análise. Analisar o teor total de Cu, o teor total de Fe, o teor de Cu solúvel, Mo e insolúveis no concentrado e no rejeito de limpeza.

[0029] Vai-se fazer referência a seguir aos seguintes exemplos não limitantes.

Exemplo 1 - Especificação do minério: calcocita (Cu_2S), calcopirita ($CuFeS_2$), pirita (Fe_2S) e quartzo

Coletor @ 19 gramas por tonelada de minério	Recuperação de Cu	Recuperação de Fe	Análise do teor de Cu	Análise do teor de Fe
Mistura de 80% de ditiofosfato de diisobutila / 20% de	89,4	6,6	7,63	13,3

monotiofosfato de diisobutila				
Mistura de 40% de ditiofosfato de diisobutila / 10% de monotiofosfato de diisobutila / 50% de tioglicolato de octila	89,4	3,8	10,32	10,44

Coletor @ 24 gramas por tonelada de minério	Recuperação de Cu	Recuperação de Fe	Análise do teor de Cu	Análise do teor de Fe
Mistura de 80% de ditiofosfato de diisobutila / 20% de monotiofosfato de diisobutila	89,8	6,9	7,44	13,59
Mistura de 40% de ditiofosfato de diisobutila / 10% de monotiofosfato de diisobutila / 50% de tioglicolato de octila	89,7	3,7	10,51	10,38

[0030] Do exemplo apresentado acima, pode-se ilustrar o efeito positivo da adição de tioglicolato de octila a DTP e MTP na pureza do concentrado de cobre flutuado, por meio do

aperfeiçoamento da seletividade em relação ao ferro em ambas as dosagens.

Exemplo 2 - Especificação do minério: calcocita (Cu_2S), calcopirita ($CuFeS_2$), pirita (Fe_2S)

Coletor formulado @ 26 gramas por tonelada de minério	Recuperação de Cu	Recuperação de Fe	Análise do teor de Cu	Análise do teor de Fe
100% de tionocarbamato de isopropiletila	78,2	38,3	8,81	20,78
Mistura de 40% tionocarbamato de isopropiletila / 60% de tioglicolato de octila	78,3	29,4	12,09	19,34
Mistura de 35% tionocarbamato de isopropiletila / 55% de tioglicolato de octila / 10% de metilisobutilcarbinol	78	30,21	11,81	19,66
Mistura de 33% tionocarbamato de isopropiletila / 52% de tioglicolato de octila / 10% de metilisobutilcarbinol / 5% de hidrossulfeto de	77,9	29,17	11,49	18,56

sódio				
Mistura de 35% tionocarbamato de isopropiletila / 55% de tioglicolato de octila / 10% de metilisobutilcarbinol	78	30,21	11,81	19,66

[0031] Do exemplo apresentado acima, pode-se ilustrar o efeito positivo da adição de tioglicolato de octila na pureza do concentrado de cobre flutuado, para as várias formulações contendo IPETC / OTG, incluindo a mistura com espumantes e depressores.

Exemplo 3 - Especificação do minério: calcocita (Cu_2S), calcopirita ($CuFeS_2$), pirita (Fe_2S), Galena

Coletor @ 24 gramas por tonelada de minério	Recuperação de Cu	Recuperação de Fe	Recuperação de Mo	Análise do teor de Cu	Análise do teor de Fe	Análise do teor de Mo
100% de xantato de sódio e isopropila	79,6	41	83,4	9,12	21,89	0,341
Mistura de 25% de xantato de sódio e isopropila / 75% de	79,5	27,1	85,1	12,91	18,19	0,59

tioglicolato de octila						
Mistura de 50% de xantato de sódio e isopropila / 50% de tioglicolato de octila	79,1	28,3	84,5	11,88	18,42	0,518
Mistura de 75% de xantato de sódio e isopropila / 25% de tioglicolato de octila	80,2	34,1	83,9	11,01	20,15	0,468
6 gramas por tonelada de 100% de xantato de sódio e isopropila + 18 gramas por tonelada de 100% de tioglicolato de octila (dosados separadamente)	79,4	27,2	85	12,88	18,11	0,6

[0032] Do exemplo apresentado acima, pode-se ilustrar o efeito positivo da adição de tioglicolato de octila na pureza

do concentrado de cobre e molibdênio flutuado, para as várias formulações contendo SIPX / OTG, em diferentes razões, como uma mistura ou em dois estágios separados.

Exemplo 4 - Especificação do minério: calcocita (Cu_2S), calcopirita ($CuFeS_2$), pirita (Fe_2S)

Coletor @ 24 gramas por tonelada de minério	Recuperação de Cu	Recuperação de Fe	Recuperação de Mo	Análise do teor de Cu	Análise do teor de Fe	Análise do teor de Mo
100% de tionocarbamato de isopropiletila	82	49,3	46,7	6,87	22,55	0,336
Mistura de 40% tionocarbamato de isopropiletila / 60% de tioglicolato de octila	84,3	37,12	60,49	7,4	17,62	0,479
Mistura de 40% tionocarbamato de isopropiletila / 60% de tioglicolato de butila	82,5	38,6	59	7,08	18,3	0,404
Mistura de 40% tionocarbamato de	84	39,2	59,9	7,32	18,8	0,459

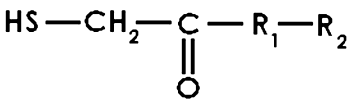
isopropiletila / 60% de tioglicolato de alila						
Mistura de 40% tionocarbamato de isopropiletila / 60% de tioglicolato de cresila	83,1	38,1	57,8	7,19	18,51	0,4
40% tionocarbamato de isopropiletila / 60% de 3-mercapto-1(N-octil)propionamida	83,8	41	56,8	6,81	17,91	0,412

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para recuperar sulfeto de cobre e, opcionalmente, sulfeto de molibdênio de um minério contendo cobre por flutuação em espuma, caracterizado pelo fato de que consiste em:

- trituração do dito minério;
- mistura do pó fino obtido com pelo menos um coletor e água;
- aeração da pasta; e
- remoção e concentração da espuma de mineral formada na superfície do banho,

em que o coletor é um derivado de ácido tioglicólico tendo a seguinte fórmula:



- R1 é N ou O;
- R2 é um grupo alquila tendo 2 a 12 átomos de carbono;

em que o coletor contém pelo menos um segundo coletor, selecionado de grupos contendo tionocarbamatos de dialquila, formiatos de xantogênio e dialquila, ésteres de xantogênio e dialquila, ditiofosfatos de dialquila, monotiofosfatos de dialquila, ditiocarbamatos de dialquila, fosfinatos, ou quaisquer dos xantatos.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que R1 representa um átomo de oxigênio.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que R2 representa uma cadeia de alquila linear, uma alquila ramificada, uma arilalquila, e uma alquila etoxilada.

4. Processo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que R2 tem de 2 a 12 átomos de carbono, vantajosamente 6 a 10 átomos de carbono.

5. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito coletor é selecionado do grupo contendo tioglicolato de n-butila, tioglicolato de n-hexila, tioglicolato de n-octila, tioglicolato de 2-etilhexila e tioglicolato de n-dodecila.

6. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito coletor é tioglicolato de octila.

7. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o coletor contém 5 a 75% de um derivado de ácido tioglicólico, o resto a 100% em peso consistindo de pelo menos um segundo coletor, que é selecionado dos grupos contendo tionocarbamatos de dialquila, formiatos de xantogênio e dialquila, ésteres de xantogênio e dialquila, ditiocarbamatos de dialquila, fosfinatos, ditiofosfatos de dialquila, monotiofosfatos de dialquila ou quaisquer dos xantatos.

8. Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a razão do derivado de ácido tioglicólico / segundo coletor é até e inclui 3/1.

9. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a mistura de coletores é formulada ainda com outros reagentes de flutuação em espuma, consistindo de depressores, espumantes, emulsificantes e solventes.

10. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o derivado de ácido tioglicólico é usado em uma proporção variável de 0,001 a 0,1 kg de coletor por tonelada de minério, de preferência, de 0,005 a 0,05 kg por tonelada.