

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2755597

СПОСОБ ВЫДЕЛЕНИЯ МЫШЬЯКА И СУРЬМЫ ИЗ МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (RU)*

Авторы: *Петров Георгий Валентинович (RU), Бодуэн Анна Ярославовна (RU), Кобылянский Анатолий Аурелианович (RU), Жукова Виктория Евгеньевна (RU), Фокина Светлана Борисовна (RU)*

Заявка № 2021104236

Приоритет изобретения **19 февраля 2021 г.**

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации **17 сентября 2021 г.**

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает **19 февраля 2041 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Ивлев





(51) МПК
C22B 15/14 (2006.01)
C22B 3/12 (2006.01)
C22B 30/02 (2006.01)
C22B 30/04 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C22B 15/0065 (2021.08); *C22B 3/12* (2021.08); *C22B 30/02* (2021.08); *C22B 30/04* (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021104236, 19.02.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.02.2021

Дата регистрации:
17.09.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.02.2021

(45) Опубликовано: 17.09.2021 Бюл. № 26

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
 ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
 университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Петров Георгий Валентинович (RU),
 Бодуэн Анна Ярославовна (RU),
 Кобылянский Анатолий Аурелианович (RU),
 Жукова Виктория Евгеньевна (RU),
 Фокина Светлана Борисовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 образования «Санкт-Петербургский горный
 университет» (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: US 3911078 A1, 07.10.1975. RU
 2071978 C1, 20.01.1997. SU 1028733 A1,
 15.07.1983. KZ 1100 B, 10.06.1996. WO 2015149111
 A1, 08.10.2015. CN 111172390 A, 19.05.2020.

(54) СПОСОБ ВЫДЕЛЕНИЯ МЫШЬЯКА И СУРЬМЫ ИЗ МЕДЬСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии цветных металлов, в частности к способам очистки медьсодержащего сырья от примесей. Выделение мышьяка и сурьмы из медных концентратов или промпродуктов, содержащих мышьяк и сурьму в форме минералов блеклых руд, включает их выщелачивание в растворе, содержащем NaOH концентрацией от 3,0 до 4,0 М и Na₂S концентрацией от 0,5 до 1,5 М, при соотношении Ж:Т от 4 до 5. Выщелачивание проводят в реакторе атмосферного выщелачивания при температуре от 90 до 100°С

в течение от 3 до 4 ч при непрерывном перемешивании со скоростью вращения перемешивающего устройства от 500 до 700 об/мин. В ходе выщелачивания подают воздушную смесь в объеме от 2 до 4 л/мин. Полученную пульпу направляют на стадии сгущения, фильтрации и промывки с получением конечного продукта, содержащего медь, цинк и железо, а раствор, содержащий мышьяк и сурьму, направляют на очистку. Изобретение позволяет повысить степень выделения мышьяка и сурьмы из медьсодержащего сырья. 1 табл., 6 пр.

RU 2 755 597 C1

RU 2 755 597 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C22B 15/14 (2006.01)
C22B 3/12 (2006.01)
C22B 30/02 (2006.01)
C22B 30/04 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

C22B 15/0065 (2021.08); C22B 3/12 (2021.08); C22B 30/02 (2021.08); C22B 30/04 (2021.08)(21)(22) Application: **2021104236, 19.02.2021**(24) Effective date for property rights:
19.02.2021Registration date:
17.09.2021

Priority:

(22) Date of filing: **19.02.2021**(45) Date of publication: **17.09.2021** Bull. № 26

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet",
Patentno-litsenziionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Petrov Georgii Valentinovich (RU),
Boduen Anna Iaroslavovna (RU),
Kobylianskii Anatolii Aurelianovich (RU),
Zhukova Viktoriia Evgenevna (RU),
Fokina Svetlana Borisovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet» (RU)**(54) **METHOD FOR ISOLATION OF ARSENIC AND ANTIMONY FROM COPPER-CONTAINING RAW MATERIALS**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to the field of metallurgy of non-ferrous metals, in particular to methods for purifying copper-containing raw materials from impurities. The separation of arsenic and antimony from copper concentrates or middlings containing arsenic and antimony in the form of fahlore minerals includes leaching them in a solution containing NaOH with a concentration of 3.0 to 4.0 M and Na₂S with a concentration of 0.5 to 1.5 M, with the ratio L:S from 4 to 5. Leaching is carried out in an atmospheric

leaching reactor at a temperature of 90 to 100°C for 3 to 4 hours with continuous stirring at a stirrer rotation speed of 500 to 700 rpm. In the course of leaching, an air mixture is fed in a volume of 2 to 4 l/min. The resulting pulp is sent to the stage of thickening, filtration and washing to obtain the final product containing copper, zinc and iron, and the solution containing arsenic and antimony is sent for purification.

EFFECT: allows increasing the degree of separation of arsenic and antimony from copper-containing raw materials.

1 cl, 1 tbl, 6 ex

Изобретение относится к области металлургии цветных металлов, в частности к способам очистки медьсодержащего сырья от примесей, а именно к способам выделения мышьяка и сурьмы из медьсодержащего сырья, и может быть использовано для получения медных концентратов и технологических продуктов с высокой степенью

5 очистки.

Известен способ очистки сульфидных концентратов от мышьяка (патент США №3709680, опубликован 09.01.1973), включающий стадию выщелачивания сульфидного концентрата в растворе с концентрацией реагентов от 100 до 600 г/л Na_2S или же эквивалентное количество NaOH , $\text{NaOH-Na}_2\text{S}$, NaOH-S . Процесс выщелачивания проводят

10

при температуре выше 75°C (предпочтительно от 100 до 200°C), в течение от 1 до 20 часов (предпочтительно от 4 до 12 часов).
Недостатком известного технического решения является высокий расход Na_2S (до 600 г/л), повышенная агрессивность среды, как следствие - повышенный износ аппаратуры. Кроме того, способ характеризуется сложным аппаратурным оформлением, поскольку процесс выщелачивания проводят при повышенных температурах (предпочтительно от 100 до 200°C).

15

Известен способ очистки сульфидных концентратов и руд (патент США №4051220, опубликован 27.09.1977), заключающийся в выщелачивании сульфидных концентратов и руд раствором Na_2S с концентрацией от 50 до 400 г/л (предпочтительно от 250 до 300 г/л), процесс выщелачивания проводят при температуре от 60 до 150°C (наиболее предпочтительно от 85 до 110°C), в течение от 0,5 до 22 часов (предпочтительно от 4 до 8 часов), с последующим охлаждением отработанного раствора и кристаллизацией солей сурьмы.

20

Недостатком известного технического решения является высокая концентрация Na_2S (до 400 г/л), которая вызывает быстрый износ и зарастание оборудования. Кроме того, способ характеризуется низким выделением мышьяка и сурьмы в раствор из-за не определенного соотношения масс жидкой и твердой фаз в процессе выщелачивания.

25

Известен способ удаления мышьяка из сульфидного сырья (заявка на патент WO №2012051652, опубликована 26.04.2012), включающий стадию выщелачивания сырья щелочным раствором, с содержанием реагентов для достижения следующих соотношений: S^{2-}/As от 0 до 1,5 моль по стехиометрии и OH^-/As более 8 моль (предпочтительно более 16 моль). Процесс выщелачивания проводят при температуре от 30 до 115°C (предпочтительно от 100 до 200°C), при содержании твердого в растворе от 5 до 90 % по массе (более предпочтительно от 30 до 55 %). Способ также включает стадию очистки отработанного раствора и его возвращение на стадию выщелачивания.

30

Недостатком известного способа является нестабильные показатели извлечения мышьяка (от 80 % до 96 %), по причине широкого диапазона значений параметров процесса. Кроме того, способ характеризуется сложным аппаратурным оформлением, поскольку процесс выщелачивания проводят при повышенных температурах (предпочтительно до 200°C).

40

Известен способ очистки медных концентратов, содержащих мышьяк и сурьму (патент США №10385420, опубликован 25.05.2017), включающий две стадии. Первая стадия включает в себя растворение примесей щелочным раствором, содержащим NaOH от 20 до 200 г/л (предпочтительно от 80 до 150 г/л) при температуре от 100 до 110°C в течение от 0,1 до 12 часов (предпочтительно от 4 до 6 часов) и содержании твердого в растворе от 50 до 60 %. На второй стадии регенерированный раствор NaOH и частично очищенную пульпу подают в автоклавный реактор где в течение от 0,1 до 6 часов

45

(предпочтительно от 1 до 3 часов) проводят процесс при температуре от 110 до 250°C (предпочтительно от 110 до 180°C).

Недостатком известного способа является его многостадийность, а также его продолжительность, поскольку способ проводят в две стадии: растворение примесей щелочным раствором и выщелачивание в автоклавном реакторе. Также способ характеризуется сложным аппаратурным оформлением, поскольку процесс выщелачивания проводят в автоклавных реакторах при высоких температурах (до 250°C).

Известен способ выделения мышьяка и сурьмы из медьсодержащего сырья (патент США №3911078, опубликован 07.10.1975), принятый за прототип, включающий выщелачивание медьсодержащего сырья в растворе содержащим NaOH от 0,2 до 1,0 моль и Na₂S от 1,5 до 3,5 моль (предпочтительно концентрация NaOH равна 0,25 моль, Na₂S равна 2 моль). Процесс выщелачивания проводят при температуре от 80 до 106°C в течение от 2 до 5 часов.

Недостатком известного технического решения является высокий расход Na₂S, поскольку приемлемый уровень извлечения мышьяка достигается только при концентрациях Na₂S свыше 2,0 молей. По этой причине, процесс проводится в высокоагрессивной среде, что подвергает аппаратуру повышенному износу. Кроме того, данный способ характеризуется низкой степени выделения мышьяка и сурьмы.

Техническим результатом является повышение степени выделения мышьяка и сурьмы из медьсодержащего сырья.

Технический результат достигается тем, что в качестве медьсодержащего сырья используют медные концентраты или промпродукты, содержащие мышьяк и сурьму в форме минералов блеклых руд, причем при выщелачивании установлена концентрация для NaOH от 3,0 до 4,0 М, для Na₂S от 0,5 до 1,5 М, при соотношении Ж:Т от 4 до 5, при этом процесс выщелачивания проводят в реакторе атмосферного выщелачивания при температуре от 90 до 100°C, в течение от 3 до 4 часов при непрерывном перемешивании со скоростью вращения перемешивающего устройства от 500 до 700 об/мин, при этом в ходе процесса выщелачивания осуществляют подачу воздушной смеси в объеме от 2 до 4 л/мин, после проведения процесса выщелачивания полученную пульпу направляют на стадии сгущения, фильтрации и промывки, с получением конечным продуктом, который содержит медь, цинк, железо, а раствор направляют на очистку.

Способ осуществляется следующим образом. Медьсодержащее сырье, а именно, медный концентрат или промпродукт в виде пульпы, которые содержат мышьяк и сурьму в форме минералов блеклых руд, подают в реактор атмосферного выщелачивания вместе с предварительно подготовленным и подогретым до заданной температуры щелочным раствором, содержащим NaOH и Na₂S, для проведения процесса выщелачивания. При проведении процесса выщелачивания установлена концентрация для NaOH от 3,0 до 4,0 М, для Na₂S от 0,5 до 1,5 М и отношение Ж:Т (жидкой фазы к твердой фазе) от 4 до 5. После загрузки медьсодержащего сырья и щелочного раствора проводят процесс выщелачивания при температуре от 90 до 100°C, в течение от 3 до 4 часов при непрерывном перемешивании, со скоростью вращения перемешивающего устройства от 500 до 700 об/мин и подачи воздушной смеси в объеме от 2 до 4 л/мин. После проведения процесса выщелачивания полученную пульпу направляют на стадии сгущения, фильтрации и промывки. После выщелачивания раствор направляют на очистку, а полученный осадок, очищенный от сурьмы и мышьяка и содержащий медь, цинк, железо, после промывки и сушки, является конечным продуктом.

В качестве медьсодержащего сырья используют медные концентраты, содержащие мышьяк и сурьму в форме минералов блеклых руд, или промпродукты, содержащие мышьяк и сурьму в форме минералов блеклых руд, очистка которых позволяет получать медные концентраты, соответствующие высшим маркам гост Р 52998-2008, и очищенные промпродукты, пригодные для дальнейшей пирометаллургической переработки.

Выбранный диапазон концентраций реагентов при выщелачивании для NaOH от 3,0 до 4,0 М и для Na₂S от 0,5 до 1,5 М объясняется достижением высокой степени выделения мышьяка и сурьмы из медьсодержащего сырья в раствор. При использовании концентраций реагентов более 4,0 М для NaOH и более 1,5 М для Na₂S не изменяется конечная степень выделения мышьяка и сурьмы в раствор, но при этом повышается вероятность зарастания и износа оборудования из-за коррозионных свойств щелочи и осаждения солей. При использовании концентраций реагентов менее 3,0 М для NaOH и менее 0,5 М для Na₂S достигается неприемлемый уровень выделения мышьяка и сурьмы в раствор. В описанном способе, отношение жидкой фазы к твердой фазе (Ж:Т) установлено от 4 до 5, что обеспечивает достижение высокой степени выделения мышьяка и сурьмы из медьсодержащего сырья в раствор, поскольку при отношении ниже 4 ухудшается контакт раствора с твердой фазой, а также увеличивается плотность пульпы, что затрудняет перемешивание. Значения отношения более 5 приводят к увеличению объема аппаратуры и возрастанию технологических потерь.

Проведение процесса выщелачивания в реакторе атмосферного выщелачивания при температуре от 90 до 100°C значительно увеличивает скорость протекания реакций, поскольку возрастает доля активных молекул, что обеспечивает достижение высокой степени выделения мышьяка и сурьмы из медьсодержащего сырья. С понижением температуры ниже 90°C возрастает продолжительность процесса выщелачивания, что неприемлемо для промышленной реализации предложенного способа. При повышении температуры выше 100°C существует необходимость в применении автоклавной аппаратуры и организации сложной технологической схемы. Время процесса выщелачивания определено диапазоном от 3 до 4 часов, это объясняется высокой степенью выделения мышьяка и сурьмы в раствор в данный временной промежуток, при оптимальных параметрах. Время проведения процесса менее 3 часов дает 10 % остаток мышьяка в медьсодержащем сырье, продолжительность более 4 часов не повышает степень выделения мышьяка и сурьмы.

Непрерывное механическое перемешивание в ходе процесса выщелачивания при скорости вращения перемешивающего устройства от 500 до 700 об/мин, улучшает контакт раствора и твердых частиц по всему объему реактора, что также обеспечивает повышение степени выделения мышьяка и сурьмы из медьсодержащего сырья. При увеличении скорости вращения перемешивающего устройства более 700 об/мин отсутствует необходимый контакт между твердыми частицами и раствором, из-за чего снижается степень выделения примесей. При снижении скорости вращения перемешивающего устройства менее 500 об/мин ухудшается контакт твердых частиц и раствора в ходе процесса, что также снижает степень выделения мышьяка и сурьмы из медьсодержащего сырья. В ходе процесса выщелачивания осуществляют подачу воздушной смеси в объеме от 2 до 4 л/мин для улучшения контакта раствора и твердых частиц по всему объему реактора, что дополняет процесс механического перемешивания. Увеличение объема подаваемой воздушной смеси (более 4 л/мин) негативно сказывается на степени выделения мышьяка и сурьмы из медьсодержащего сырья, поскольку происходит перевод вторичных элементов в раствор, кроме того усложняется

аппаратурно-техническое оформление. Снижение объема подачи воздушной смеси менее 2 л/мин не позволит улучшить контакт раствора и твердых частиц по всему объему аппарата

Способ поясняется следующими примерами.

5 Пример 1. Медьсодержащее сырье (медный концентрат), содержащее мышьяк и сурьму в форме минералов блеклых руд с исходным составом: 16 % меди, 23,80 % железа, 5,30 % цинка, 1,36 % мышьяка и 0,21 % сурьмы подают в реактор атмосферного выщелачивания вместе с предварительно подготовленным и подогретым до заданной температуры щелочным раствором. Рабочий раствор для процесса выщелачивания с
10 концентрацией $\text{NaOH} = 3,5 \text{ М}$, $\text{Na}_2\text{S} = 1,0 \text{ М}$ предварительно готовят путем последовательного растворения реагентов в воде. При проведении процесса выщелачивания установлено отношение Ж:Т = 4. После загрузки медьсодержащего сырья и щелочного раствора проводят процесс выщелачивания в течение 4 часов, при
15 температуре 95°C, при этом осуществляют непрерывное перемешивание пульпы со скоростью вращения перемешивающего устройства 600 об/мин и подачей воздушной смеси в объеме 3 л/мин. После проведения процесса выщелачивания полученную пульпу направляют на стадии сгущения, фильтрации и промывки.

Технологические условия обеспечивают степень выделения мышьяка на 90 % и сурьмы на 98 % от их исходного содержания в медьсодержащем сырье, при этом медь
20 и цинк не вступают в реакцию и остаются в твердой фазе.

Пример 2. Медьсодержащее сырье (промпродукт), содержащий мышьяк и сурьму в форме минералов блеклых руд с исходным составом: 6,22 % меди, 24,40 % железа, 7,30 % цинка, 1,36 % мышьяка и 0,19 % сурьмы подают в реактор атмосферного
25 выщелачивания вместе с предварительно подготовленным и подогретым до заданной температуры щелочным раствором. Рабочий раствор для процесса выщелачивания с концентрацией $\text{NaOH} = 4,0 \text{ М}$, $\text{Na}_2\text{S} = 1,5 \text{ М}$ предварительно готовят путем
30 последовательного растворения реагентов в воде. При проведении процесса выщелачивания установлено отношение Ж:Т = 5. После загрузки медьсодержащего сырья и щелочного раствора проводят процесс выщелачивания в течение 4 часов, при
температуре 100°C, при этом осуществляют непрерывное перемешивание пульпы со скоростью вращения перемешивающего устройства 700 об/мин и подачей воздушной смеси в объеме 4 л/мин. После проведения процесса выщелачивания полученную пульпу направляют на стадии сгущения, фильтрации и промывки.

35 Технологические условия обеспечивают степень выделения мышьяка на 92 % и сурьмы на 98,4 % от их исходного содержания в медьсодержащем сырье, при этом медь и цинк не вступают в реакцию и остаются в твердой фазе.

Пример 3. Медьсодержащее сырье (медный концентрат), содержащий мышьяк и сурьму в форме минералов блеклых руд с исходным составом: 16 % меди, 23,80 %
40 железа, 5,30 % цинка, 1,36 % мышьяка и 0,21 % сурьмы подают в реактор атмосферного выщелачивания вместе с предварительно подготовленным и подогретым до заданной температуры щелочным раствором. Рабочий раствор для процесса выщелачивания с концентрацией $\text{NaOH} = 3,0 \text{ М}$, $\text{Na}_2\text{S} = 0,5 \text{ М}$ предварительно готовят путем
45 последовательного растворения реагентов в воде. При проведении процесса выщелачивания установлено отношение Ж:Т = 4. После загрузки медьсодержащего сырья и щелочного раствора проводят процесс выщелачивания в течение 3 часов, при
температуре 90°C, при этом осуществляют непрерывное перемешивание пульпы со скоростью вращения перемешивающего устройства 500 об/мин и подачей воздушной

смеси в объеме 2 л/мин. После проведения процесса выщелачивания полученную пульпу направляют на стадии сгущения, фильтрации и промывки.

Технологические условия обеспечивают степень выделения мышьяка на 72 % и сурьмы на 69 % от их исходного содержания в медьсодержащем сырье, при этом медь и цинк не вступают в реакцию и остаются в твердой фазе.

Кроме того, приведены примеры реализации предлагаемого способа, при технологических параметрах, взятых за пределами предлагаемых диапазонов.

Пример 4. Медьсодержащее сырье (медный концентрат), содержащий мышьяк и сурьму в форме минералов блеклых руд с исходным составом: 16 % меди, 23,80 % железа, 5,30 % цинка, 1,36 % мышьяка и 0,21 % сурьмы подают в реактор атмосферного выщелачивания вместе с предварительно подготовленным и подогретым до заданной температуры щелочным раствором. Рабочий раствор для процесса выщелачивания с концентрацией $\text{NaOH} = 2,5 \text{ М}$, $\text{Na}_2\text{S} = 0,3 \text{ М}$ предварительно готовят путем последовательного растворения реагентов в воде. При проведении процесса выщелачивания установлено отношение Ж:Т = 3. После загрузки медьсодержащего сырья и щелочного раствора проводят процесс выщелачивания в течение 2 часов, при температуре 85°C, при этом осуществляют непрерывное перемешивание пульпы со скоростью вращения перемешивающего устройства 400 об/мин и подачей воздушной смеси в объеме 1 л/мин. После проведения процесса выщелачивания полученную пульпу направляют на стадии сгущения, фильтрации и промывки.

Технологические условия обеспечивают степень выделения мышьяка на 23 % и сурьмы на 28 % от их исходного содержания в медьсодержащем сырье.

Пример 5. Медьсодержащее сырье (медный концентрат), содержащий мышьяк и сурьму в форме минералов блеклых руд с исходным составом: 16 меди, 23,80 % железа, 5,30 % цинка, 1,36 % мышьяка и 0,21 % сурьмы подают в реактор атмосферного выщелачивания вместе с предварительно подготовленным и подогретым до заданной температуры щелочным раствором. Рабочий раствор для процесса выщелачивания с концентрацией $\text{NaOH} = 4,5 \text{ М}$, $\text{Na}_2\text{S} = 2,0 \text{ М}$ предварительно готовят путем последовательного растворения реагентов в воде. При проведении процесса выщелачивания установлено отношение Ж:Т = 6. После загрузки медьсодержащего сырья и щелочного раствора проводят процесс выщелачивания в течение 5 часов, при температуре 105°C, при этом осуществляют непрерывное перемешивание пульпы со скоростью вращения перемешивающего устройства 750 об/мин и подачей воздушной смеси в объеме 4,5 л/мин. После проведения процесса выщелачивания полученную пульпу направляют на стадии сгущения, фильтрации и промывки.

Технологические условия обеспечивают степень выделения мышьяка на 67 % и сурьмы на 65 % от их исходного содержания в медьсодержащем сырье, однако происходит значительная потеря меди и железа из-за их взаимодействия с компонентами раствора. Кроме того, повышенная концентрация щелочи в растворе затрудняет стадию фильтрации и уменьшает срок службы аппаратуры.

Пример 6. Медьсодержащее сырье (медный концентрат), содержащий мышьяк и сурьму в форме минералов блеклых руд с исходным составом: 16 % меди, 23,80 % железа, 5,30 % цинка, 1,36 % мышьяка и 0,21 % сурьмы подают в реактор атмосферного выщелачивания вместе с предварительно подготовленным и подогретым до заданной температуры щелочным раствором. Рабочий раствор для процесса выщелачивания с концентрацией $\text{NaOH} = 3,5 \text{ М}$, $\text{Na}_2\text{S} = 1,0 \text{ М}$ предварительно готовят путем последовательного растворения реагентов в воде. При проведении процесса

выщелачивания установлено отношение Ж:Т = 2. После загрузки медьсодержащего сырья и щелочного раствора проводят процесс выщелачивания в течение 3 часов, при температуре 95°C, при этом осуществляют непрерывное перемешивание пульпы со скоростью вращения перемешивающего устройства 600 об/мин без подачи воздушной смеси. После проведения процесса выщелачивания полученную пульпу направляют на стадии сгущения, фильтрации и промывки.

Технологические условия обеспечивают степень выделения мышьяка на 41 % и сурьмы на 32 % от их исходного содержания в медьсодержащем сырье.

Итоговые результаты и технологические параметры (примеры 1-6) представлены в таблице 1.

Таблица 1								
- Сводная таблица результатов и технологических параметров								
Пример, №	Концентрация Na ₂ S; NaOH, М	Температура раствора, °С	Время процесса, ч	Скорость вращения лопасти мешалки, об/мин	Отношение Ж:Т	Объем воздушной смеси, л/мин	Выделение мышьяка, %	Выделение сурьмы, %
1	1,0; 3,5	95	4	600	4	3	90	98
2	1,5; 4,0	100	4	700	5	4	92	98,4
3	0,5; 3,0	90	3	500	4	2	72	69
4	0,3; 2,5	80	2	400	3	1	23	28
5	2,0; 4,5	105	5	750	6	4,5	67	65
6	1,0; 3,5	95	3	600	2	0	41	32

Таким образом, как показано в вышеприведенном описании изобретения, достигается технический результат, заключающийся в повышении степени выделения мышьяка и сурьмы из медьсодержащего сырья.

(57) Формула изобретения

Способ выделения мышьяка и сурьмы из медьсодержащего сырья, включающий выщелачивание медьсодержащего сырья в растворе, содержащем NaOH и Na₂S, отличающийся тем, что в качестве медьсодержащего сырья используют медные концентраты или промпродукты, содержащие мышьяк и сурьму в форме минералов блеклых руд, причем выщелачивание проводят в растворе с концентрацией NaOH от 3,0 до 4,0 М и Na₂S от 0,5 до 1,5 М, при соотношении Ж:Т от 4 до 5, при этом выщелачивание проводят в реакторе атмосферного выщелачивания при температуре от 90 до 100°C в течение от 3 до 4 ч при непрерывном перемешивании со скоростью вращения перемешивающего устройства от 500 до 700 об/мин, при этом в ходе выщелачивания осуществляют подачу воздушной смеси в объеме от 2 до 4 л/мин, после чего полученную пульпу направляют на стадии сгущения, фильтрации и промывки с получением конечного продукта, содержащего медь, цинк и железо, а раствор, содержащий мышьяк и сурьму, направляют на очистку.