

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **048054**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.10.22

(21) Номер заявки
202390488

(22) Дата подачи заявки
2023.02.21

(51) Int. Cl. **C22B 5/02** (2006.01)
C22B 11/02 (2006.01)
F27B 17/00 (2006.01)

(54) **УСТРОЙСТВО ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СУЛЬФИДНЫХ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ**

(31) **2023103397**

(32) **2023.02.15**

(33) **RU**

(43) **2024.08.30**

(96) **2023000034 (RU) 2023.02.21**

(56) **RU-C1-2348713**
RU-C1-2003010
SU-A1-1705380
US-A-4252560

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"ИННОВАЦИОННАЯ КОМПАНИЯ
ИНТЕХПРОМ" (ООО "ИК
ИНТЕХПРОМ") (RU)**

(72) Изобретатель:
**Лапшин Борис Михайлович, Смирнов
Александр Александрович (RU)**

(74) Представитель:
Котлов Д.В. (RU)

(57) Изобретение относится к области пирометаллургической переработки рудного сырья различного вещественного состава в жидкошлаковой ванне, в частности к устройству для непрерывной плавки сульфидных материалов. Технический результат заключается в повышении степени извлечения ценных компонентов в штейн и снижении их содержания в шлаке. Устройство для переработки сульфидных руд и концентратов содержит ванну (1), в которой последовательно расположены и отделены друг от друга перегородками (13, 16, 17) газлифтная камера (2) с фурмами (12), заполненная расплавом штейна, в который погружены фурмы (12); плавильная камера (3); отстойная камера (4) и карман (18) слива легкой фазы, при этом газлифтная камера выполнена с возможностью возврата расплава штейна в расплав шлака в плавильной камере (3).

B1

048054

048054

B1

Область техники

Изобретение относится к области пирометаллургической переработки рудного сырья различного вещественного состава в жидко-шлаковой ванне, в частности к устройству для непрерывной плавки сульфидных материалов.

Уровень техники

Известен способ непрерывной плавки сульфидных материалов в жидкой ванне, который заключается в обработке сульфидных материалов путём барботажа окислительными газами в печи, состоящей из прямоугольной шахты, кессонированного пояса с фурмами, устройством для загрузки шихты, приспособлений для выпуска шлака и штейна (см. авторское свидетельство СССР № 813102, МПК F27B 3/00; авторское свидетельство № 1316317, кл. F27B 17/00).

Недостатком данного способа является плавление шихты за счёт тепла от сжигания избыточной серы и, как следствие, получение отходящих газов с большим содержанием оксидов серы и возгонов в виде соединений мышьяка и сурьмы, что значительно усложняет и удорожает газоочистку. Кроме того, в известном способе практически невозможно получение металлофазы из-за перегрева и возможного выброса расплавленной массы в газоход. Известный способ малоэффективен для более полного выделения штейновой фазы из шлака.

Известен способ и устройство непрерывной плавки сульфидных материалов в газлифтном режиме в жидкой ванне, содержащей газлифт с фурмами, организующими восходящий и нисходящий потоки шлакового расплава, отстойную камеру, сообщающуюся с газлифтом по шлаковой фазе, приспособления для выпуска шлака и штейна (патент РФ № 2123651 (1, 3) С1, кл. F27B 17/00, 1997).

Газлифтная печь является более производительной, однако она не решает вопросы по снижению из отходящих газов оксидов серы и смешению их с возгонами соединений мышьяка и других элементов. Кроме того, в известном способе не решаются задачи по снижению уносов штейна со шлаком.

Кроме того, известен способ и устройство (печь) переработки сульфосодержащих концентратов, включающий плавку шихты с получением расплавов штейна и шлака, отличающийся тем, что плавку ведут непрерывно в циркулирующем шлаковом расплаве в выгороженной плавильной камере с выдачей продуктов плавки в отстойную камеру на границу раздела фаз штейн - шлак (патент РФ № 2348713, С22В 11/02, F27В 17/00, 2007) (прототип). В известном способе за счёт поступательного движения перегретого циркулирующего шлака и шихты в плавильной камере вниз на границу раздела фаз штейн-шлак достигается захват возгонов от расплавления шихты и вынос их в специальный газоход, расположенный в отстойной камере. При этом достигается отделение рабочих газов газлифта от возгонов, что значительно снижает концентрацию в отходящих газах диоксида серы. При этом известная из прототипа печь включает газлифт с фурмами, погружёнными в шлаковый расплав, газоотделительную и отстойную камеры, газоход для отвода возгонов и легкокипящих продуктов плавки из отстойной камеры, плавильную камеру, погружённую в отстойную камеру на границу раздела фаз шлак - штейн.

Однако в известном из прототипа способе при циркулировании шлака увеличивается нагрузка на отстойную камеру, что приводит к уменьшению времени отстаивания шлака а, соответственно, и уносу штейна, содержащего ценные компоненты с отработанным шлаком. Кроме того, при циркулировании шлака в процессе плавления шихты образуется эмульсия штейн в шлаке, что при расслаивании предполагает захват штейна со шлаком, что в совокупности с уменьшением времени отстаивания также способствует увеличению уноса штейна со шлаком, понижая тем самым извлечение ценных компонентов в целевой продукт. Кроме того, циркуляция шлака через плавильную и далее отстойную камеры увеличивает нагрузку на отстойную камеру и как следствие увеличивает захват штейна со шлаком.

Раскрытие изобретения

Задачей изобретения является разработка устройства (печи), позволяющего обеспечить повышение извлечения ценных компонентов в штейн, снижение содержания ценных компонентов в шлаке до отвалных значений, расширение области применения способа, исключение циркуляции шлака через плавильную камеру и организация взаимодействия дутьевых газов с сульфидной серой при одновременной плавке шихты и отделении возгонов и легкоплавких продуктов плавки от дутьевых газов.

Достижимый при этом технический результат заключается в повышении степени извлечения ценных компонентов в штейн и снижении их содержания в шлаке.

Указанный технический результат достигается за счет того, что устройство для переработки сульфидных руд и концентратов содержит ванну, в которой последовательно расположены и отделены друг от друга перегородками газлифтная камера с фурмами, заполненная расплавом штейна, в который погружены фурмы, плавильная камера, отстойная камера и карман слива легкой фазы, при этом газлифтная камера выполнена с возможностью возврата расплава штейна в расплав шлака в плавильной камере.

В отстойной камере расположена газоотделительная камера с газоходом для отвода возгонов и легкокипящих продуктов плавки.

Над газлифтной и плавильной камерами расположена газоотделительная камера с газоходом для удаления газов из газлифтной камеры.

Краткое описание чертежей

Изобретение будет более понятным из описания, не имеющего ограничительного характера и при-

видимого со ссылкой на прилагаемый чертеж, на котором изображена конструкция заявленного устройства, где:

1 - ванна; 2 - газлифтная камера; 3 - плавильная камера; 4 - отстойная камера; 5 - газоход газоотделительной камеры для удаления газов из газлифтной камеры; 6 - газоход газоотделительной камеры для удаления возгонов из отстойной камеры; 7 - поляризованные электроды; 8 - штуцер слива шлака; 9 - сифон для слива штейна; 10 - сифон для слива металлофазы; 11 - загрузочный канал; 12 - дутьевые фурмы; 13 - перегородка для выделения плавильной камеры; 14 - отбойная перегородка; 15 - канал для удаления газовой фазы из кармана слива лёгкой фазы; 16 - перегородка, образующая карман слива лёгкой фазы; 17 - перегородка, разделяющая газлифтную и плавильную камеры; 18 - карман слива лёгкой фазы; 19 - газоотделительная камера, расположенная над газлифтной и плавильной камерами; 20 - газоотделительная камера, расположенная над отстойной камерой.

Осуществление изобретения

Способ пирометаллургической переработки сульфидных руд и концентратов включает плавку шихты шлаковом расплаве в выгороженной плавильной камере с получением расплавов штейна и шлака, при этом плавку шихты с получением штейна и шлака ведут при непрерывном возврате расплава штейна в расплав шлака.

Для возврата расплава штейна применяют поток нейтральных или реакционных дутьевых газов.

Устройство для переработки сульфидных руд и концентратов содержит ванну 1, в которой последовательно расположены и отделены друг от друга перегородками 13, 15 газлифтная камера 2 с фурмами 12, заполненная расплавом штейна, в который погружены фурмы 12, плавильная камера 3, отстойная камера 4 и карман слива легкой фазы, при этом газлифтная камера 2 выполнена с возможностью возврата расплава штейна в расплав шлака в плавильной камере 3.

В отстойной камере 4 расположена газоотделительная камера с газоходом 6 для отвода возгонов и легкокипящих продуктов плавки.

Над газлифтной 2 и плавильной 3 камерами расположена газоотделительная камера с газоходом 5 для удаления газов из газлифтной камеры 2.

В отстойной камере 4 установлены поляризованные электроды 8.

В перегородке 16, образующей карман слива лёгкой фазы, выполнен канал 15 для удаления газовой фазы из кармана слива лёгкой фазы.

В боковой стенке ванны 1, в области плавильной камеры 3, над слоем шлака, выполнен загрузочный канал 11.

В газоходе 5 для удаления газов из газлифтной камеры 2 выполнена перегородка 14.

В торцевой стенке ванны 1, расположенной в области газлифтной камеры 2, выполнен сифон 10 для слива металлофазы, а в торцевой стенке ванны 1, расположенной в области кармана слива лёгкой фазы, выполнены штуцер 8 слива шлака и сифон 9 для слива штейна.

Пирометаллургическую переработку сульфидных руд и концентратов с использованием заявленного устройства осуществляют следующим образом.

После разогрева печи в плавильную камеру 3 через загрузочный канал 11 заливают необходимое количество металлофазы, затем расплава штейна и далее расплава шлака. Объём металлофазы, расплава штейна и расплава шлака рассчитывается из конструкторских решений с целью создания объемного соотношения расплава штейна к расплаву шлака не менее 3:1. В период заполнения печи шлаковым расплавом через фурмы 12, погруженные в расплав штейна, в газлифтную камеру 2 подают нейтральные дутьевые газы. При этом начинается регулируемая циркуляция расплава штейна между отстойной, далее газлифтной камерой 2 и плавильной камерой 3, расположенной между перегородкой, разделяющей газлифтную камеру 2 и плавильную камеру 3, и перегородкой 13, разделяющей плавильную камеру 3 и отстойную камеру 4, в результате обеспечивается возврат расплава штейна в расплав шлака в плавильной камере. Окончательный прогрев печи до рабочих температур и далее поддержания температурных параметров работы печи осуществляется без загрузки шихты путём подачи напряжения на поляризованные электроды 7, которые закреплены в верхней стенке ванны 1 и погружены в расплав шлака. После прогрева всей кладки печи и расплава штейна до необходимой температуры приступают к загрузке основной массы шихты сульфидный концентрат с флюсующими добавками через загрузочный канал 11 в плавильную камеру 3. Объём дозируемой шихты определяется из расчёта избыточного количества тепла, приносимого циркулирующим штейном в плавильную камеру 3, необходимого для расплавления шихты, разложения высших сульфидов и отгонки возгонов при сохранении жидкошлаковой ванны. При подаче нейтральных дутьевых газов при помощи фурм 12 в слой расплава штейна образуется пеножидкостная фаза, которая за счет образованного потока нейтральных дутьевых газов из газлифтной камеры 2 поступает в газоотделительную камеру, расположенную над газлифтной 2 и плавильными 3 камерами, где пеножидкостная фаза расслаивается на газообразную и жидкую фазы. Газообразная фаза через газоход 5 для удаления газов из газлифтной камеры 2 удаляется из печи на газоочистку, а жидкая фаза поступает в слой расплава шлака в плавильной камере 3. В процессе плавления сульфидных материалов в плавильной камере 3 происходит разложение высших сульфидов с образованием элементной серы и газообразование возгоняемых и легкоплавких компонентов, которые увлекаются потоком циркулирующего по дли-

не печи расплава штейна в отстойную камеру 4 и далее удаляются из печи через газоход 6 для удаления возгонов газоотделительной камеры, расположенной над отстойной камерой 4. Осветлённая в отстойной камере 4 шлаковая фаза направляется в карман слива лёгкой фазы, образуемый перегородкой 16, разделяющей указанный карман и отстойную камеру 4, и далее сливается через штуцер 8 слива шлака. В перегородке 16 выполнен канал 15 для удаления газовой фазы из кармана слива легкой фракции. Металлофаза, образуемая в технологическом процессе, выводится из печи через сифон 10 для слива металлофазы. Избыточное количество расплава штейна выводится из печи через сифон 9 для слива штейна.

Полученная в результате плавления в плавильной камере 3 шихты и разложения высших сульфидов смесь штейно-шлаковой жидкости и жидкостной эмульсии шлака в штейне расслаивается ввиду разности плотностей и взаимной несмешиваемости штейна и шлака на шлаковую и штейновую (сульфидную) фазы в отстойной камере 4. При этом ввиду образования эмульсии шлака в штейне образуется шлаковая осветлённая фаза без включения штейновой фазы. Захват штейном шлака при этом не влияет на качество штейна, так как его шлаковая составляющая вновь возвращается в технологический процесс с циркулирующим штейном, следовательно, повышается степень извлечения ценных компонентов в штейн и снижения их содержания в шлаке. Кроме того, исключение рециркуляции шлака снижает нагрузку на отстойную камеру и тем самым увеличивает время отстаивания шлаковой фазы, что способствует также как вышеописанные процессы снижению выхода ценных компонентов в отвальные продукты и увеличению их выхода в целевые продукты.

Принципиально новое построение технологического процесса и оборудования в предлагаемом способе осуществления диктует новые подходы к переработке сульфидных концентратов:

- переработку сульфидных концентратов можно проводить с частичным выделением элементарной серы при термическом разложении высших сульфидов при плавке с использованием нейтральных или окислительных газов с контролируемым содержанием окислителя;

- в процессе плавки при термической обработке возможно удаление из продуктов плавки экологически опасных элементов (мышьяк, сурьма и т.д.);

- проведение операции получения и конвертирования штейна в одном технологическом аппарате в непрерывном режиме с получением, например, черновой меди;

- варьирование технологических задач при транспортировке штейна газлифтом при использовании дутьевых газов различного состава;

- введение дополнительных шихтующих добавок при обработке штейна дутьевыми газами;

- вовлечение в процесс окисленных сульфидных продуктов.

До настоящего времени при переработке сульфидного сырья остро стоит задача резкого снижения выбросов диоксида серы в атмосферу. При этом наилучшим решением этой задачи является исключение образования диоксида серы (или значительное уменьшение его количества) в технологическом процессе. Наиболее привлекательным процессом с уменьшением образования диоксида серы является проведение технологического процесса конвертирования с дефицитом кислорода. В этом случае возможно протекание реакции $2\text{FeS} + \text{O}_2 = 2\text{FeO} + 2\text{S}$. При использовании вышеописанных процессов обработки штейна смещению равновесия этой реакции в сторону образования элементарной серы может способствовать организация практически любого соотношения сульфида железа и кислорода за счёт варьирования как объёмного соотношения газ-жидкость в составе газожидкостной смеси, так и состава дутьевых газов в газлифтной камере. Другим возможным способом снижения образования диоксида серы в отходящих газах является введение диоксида кальция в качестве флюсующей добавки. При этом организация газлифтного процесса должна проводиться с использованием нейтрального транспортирующего газа. В этом случае протекает реакция $\text{FeS} + \text{CaO} = \text{FeO} + \text{CaS}$. Сульфид кальция растворим в шлаке и выводится вместе с ним из технологического процесса.

Это достигается также вследствие образования в результате плавки эмульсии шлак в штейне, которая при расслаивании даёт чистую шлаковую фазу (без включения штейновой фазы), увеличения времени отстоя шлаковой фазы.

Технический результат достигается за счёт того, что при погружении газлифтной камеры в штейновый расплав осуществляется взаимодействие дутьевых газов с сульфидной серой с одновременным рециклированием штейна через плавильную камеру.

Плавка в печи осуществляется за счёт обработки шихты перегретым штейновым расплавом с образованием эмульсии шлак в штейне, которая при расслаивании образует «чистую» шлаковую фазу без включения штейна.

Ниже представлены данные, подтверждающие достижение технического результата: При температуре в печи 1600°C проплавлено 6 кг смеси упорных сульфидно-мышьяковистых с добавкой серосодержащих концентратов меди совместно с окисленными медьсодержащими отходами обогатительных фабрик концентратов состава, %: железо - 19,48; сера - 21,5; мышьяк - 3,88; свинец - 0,13; цинк - 0,35; медь - 22,4; оксид алюминия - 9,6; оксид кремния - 30,13; оксид кальция - 2,37; оксиды калия и натрия - 0,89; прочие - 12,55; золото - 67,33 г/т с добавкой к концентрату 20% известняка. Состав образующегося штейна определяли концентрацией в шихте сульфидной серы. Объём циркулирующего штейна определялся из создания соотношения штейна-шлака в газлифтной и плавильной зонах не менее 3:1. В качестве

соосади́теля золота и мышьяка использовались как шейн, так и образующаяся металлическая медь. Выход шлака от шихты составил 60,87%. Состав шлака, %: оксид кремния - 48,8; оксид кальция - 28,4; оксид магния - 2,6; оксид алюминия - 14,2; оксиды натрия и калия - 4,0; мышьяк - 0,2; сера - <0,1; золото - 0,1 г/т. Выход штейна от шихты составил 21,9%. Состав отвального штейна, %: железо - 57,7; мышьяк - 0,2; медь - 0,06; цинк - 0,15; свинец - 0,6; сера 22,3; прочие 17,4; золото - 0,05 г/т. Выход металлической меди, кг - 1,35 с содержанием золота 300 г/т. Из раскрытого выше следует, что в процессе плавки по предлагаемому способу в заявленном устройстве получают отвальный шлак и штейн с низким содержанием меди и золота.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для переработки сульфидных руд и концентратов, содержащее ванну, в которой последовательно расположены и отделены друг от друга перегородками газлифтная камера с фурмами, отстойная камера с поляризованными электродами, устройствами для выдачи шлака и металла, отличающееся тем, что газлифтная камера выполнена с возможностью возврата расплава штейна в расплав шлака в плавильной камере путём погружения её в штейновую фазу.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в отстойной камере расположена газоотделительная камера с газоходом для отвода возгонов и легкокипящих продуктов плавки, а над газлифтной и плавильной камерами расположена газоотделительная камера с газоходом для удаления газов из газлифтной камеры.

