

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202491407 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.09.16

(51) Int. Cl. C22B 7/02 (2006.01)
C22B 19/32 (2006.01)
C22B 19/02 (2006.01)
C22B 7/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2023.05.19

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ОЧИЩЕННОГО ОКСИДА ЖЕЛЕЗА ИЗ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА КАК ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА ПРОЦЕССА ПЛАВКИ ЦИНКА

(31) 10-2022-0132523

(72) Изобретатель:
Чой Шон Сик, Кан Сун Мун (KR)

(32) 2022.10.14

(33) KR

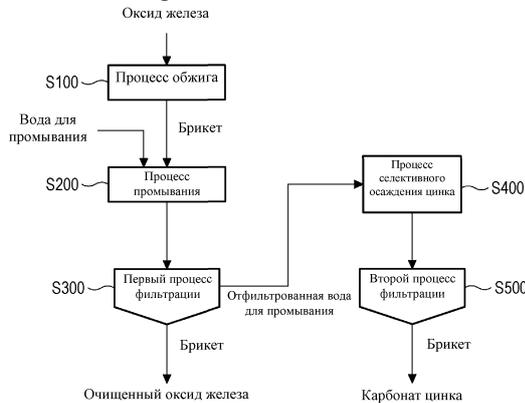
(74) Представитель:
Кузнецова С.А. (RU)

(86) PCT/KR2023/006857

(87) WO 2023/234608 2023.12.07

(71) Заявитель:
КОРЕЯ ЦИНК КО., ЛТД. (KR)

(57) В настоящем изобретении раскрыт способ очищения сырья, представляющего собой оксид железа, который является побочным продуктом процесса плавки цинка, причем способ включает процесс обжига, заключающийся в осуществлении обжига оксида железа, процесс промывания, заключающийся в промывании подвергнутого обжигу брикета оксида железа с помощью воды для промывания, и первый процесс фильтрации, заключающийся в фильтрации промытого брикета оксида железа с обеспечением таким образом очищенного оксида железа.



202491407
A1

202491407
A1

**СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ОЧИЩЕННОГО
ОКСИДА ЖЕЛЕЗА ИЗ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА КАК ПОБОЧНОГО ПРОДУКТА
ПРОЦЕССА ПЛАВКИ ЦИНКА**

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[0001] Настоящее изобретение относится к способу удаления примесей, таких как цинк, калий, натрий и сера, из оксида железа, который является побочным продуктом процесса плавки цинка, с получением высококачественного оксида железа, характеризующегося содержанием железа, составляющим 60% или больше, а также относится к пирометаллургическому способу обжига оксида железа с удалением в основном сернистого компонента, и к гидрометаллургическому способу удаления остаточных примесей, оставшихся в оксиде железа. Кроме того, настоящее изобретение относится к процессу селективного осаждения цинка (SZP), заключающемуся в восстановлении удаленного цинка.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0002] Способы извлечения цинка из концентрата цинка включают пирометаллургический способ и гидрометаллургический способ. Среди них гидрометаллургический способ означает способ извлечения цинка высокой чистоты из концентрата цинка посредством процессов обжига, выщелачивания, очистки раствора и окончательного электролиза.

[0003] Железо, которое плавят вместе с цинком в гидрометаллургии, превращается в оксид железа, такой как ярозит, гетит или гематит, посредством отдельного процесса, а затем оксид железа отделяют и сбрасывают.

[0004] Как правило, оксид железа, который является побочным продуктом процесса плавки цинка, содержит от 40% до 50% железа и других веществ, в том числе от 1% до 5% цинка, от 1% до 5% калия, от 1% до 5% натрия и от 5% до 10% серы в пересчете на их общий вес. Оксид железа также может содержать углерод, магний, кальций, алюминий и т. п. в дополнение к железу, цинку, калию, натрию и сере. Образование

большого количества оксида железа с низким содержанием железа вызывает проблематичный рост издержек на хранение и транспортировку. Кроме того, высокое содержание примесей такого оксида железа затрудняет его применение в качестве сырья в способе производства стали, а также нелегко найти место для его применения.

[0005] Целью настоящего изобретения является обеспечение способа, способного удалять цинк, калий, натрий и серу, которые являются основными примесями оксида железа, и улучшать содержание железа в нем путем объединения пирометаллургического и гидрометаллургического способов с целью решения проблем предшествующего уровня техники, как описано выше.

[0006] В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения, предусматривается способ очищения сырьевого оксида железа, который является побочным продуктом процесса плавки цинка, где способ включает процесс обжига, заключающийся в осуществлении обжига сырьевого оксида железа, процесс промывания, заключающийся в промывании подвергнутого обжигу брикета оксида железа с помощью воды для промывания, и первый процесс фильтрации, заключающийся в фильтрации промытого брикета оксида железа с обеспечением таким образом очищенного оксида железа.

[0007] В одном варианте осуществления настоящего изобретения предусматривается способ, в котором процесс обжига характеризуется температурой обжига, находящейся в диапазоне от 700 градусов Цельсия до 950 градусов Цельсия.

[0008] В одном варианте осуществления настоящего изобретения предусматривается способ, в котором процесс обжига дополнительно включает высушивание оксида железа, при этом при высушивании оксида железа температура высушивания находится в диапазоне от 90 градусов Цельсия до 110 градусов Цельсия, причем время высушивания составляет 2 часа или больше.

[0009] В одном варианте осуществления настоящего изобретения предусматривается способ, в котором процесс обжига выполняют в атмосфере воздуха с применением вращающейся печи.

[0010] В одном варианте осуществления настоящего изобретения предусматривается способ, в котором в процессе промывания добавляют от 140 г до 160 г подвергнутого

обжигу брикета оксида железа на 1 л воды для промывания с промыванием подвергнутого обжигу брикета оксида железа.

[0011] В одном варианте осуществления настоящего изобретения предусматривается способ, в котором очищенный оксид железа содержит 60 вес. % или больше железа, 0,3 вес. % или меньше цинка, 0,1 вес. % или меньше калия, 0,1 вес. % или меньше натрия и 0,5 вес. % или меньше серы.

[0012] В одном варианте осуществления настоящего изобретения предусматривается способ, в котором в процессе промывания промывают подвергнутый обжигу брикет оксида железа с помощью воды для промывания с применением автоклава.

[0013] В одном варианте осуществления настоящего изобретения предусматривается способ, в котором в процессе промывания промывают подвергнутый обжигу брикет оксида железа с помощью воды для промывания с применением перемешивающего устройства.

[0014] В одном варианте осуществления настоящего изобретения предусматривается способ, в котором вода для промывания характеризуется температурой, находящейся в диапазоне от 130 градусов Цельсия до 150 градусов Цельсия в автоклаве.

[0015] В одном варианте осуществления настоящего изобретения предусматривается способ, в котором вода для промывания характеризуется температурой, находящейся в диапазоне от 130 градусов Цельсия до 150 градусов Цельсия, с перемешивающим устройством.

[0016] В одном варианте осуществления настоящего изобретения предусматривается способ, дополнительно включающий процесс селективного осаждения цинка, заключающийся в восстановлении цинка из воды для промывания, отфильтрованной из первого процесса фильтрации, при этом в процессе селективного осаждения цинка добавляют соль в отфильтрованную воду для промывания.

[0017] В одном варианте осуществления настоящего изобретения предусматривается способ, в котором соль представляет собой карбонат натрия.

[0018] В одном варианте осуществления настоящего изобретения предусматривается способ, в котором в процессе селективного осаждения цинка отфильтрованная вода для

промывания характеризуется температурой, находящейся в диапазоне от 50 градусов Цельсия до 70 градусов Цельсия, и рН, находящимся в диапазоне от 7 до 9.

[0019] С помощью способа очищения оксида железа в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения можно изготавливать высококачественный оксид железа с содержанием железа 60% или больше путем удаления примесей из оксида железа, который является побочным продуктом процесса плавки цинка. В данном случае степень удаления цинка, калия, натрия и серы составляет 90% или больше.

[0020] Вес оксида железа может уменьшаться до приблизительно 60% от исходного веса, поскольку уменьшается количество примесей, что может позволить сократить затраты на хранение и транспортировку.

[0021] Кроме того, очищенный оксид железа характеризуется низким уровнем примесей, например, 0,3% или меньше цинка и 0,5% или меньше серы, и, следовательно, он доступен в качестве сырья для производителей стали, что, таким образом, способствует рециркуляции отходов и уменьшает проблемы загрязнения окружающей среды за счет сокращения образования промышленных отходов.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[0022] На фиг. 1 представлена блок-схема, на которой проиллюстрирован способ очищения оксида железа с изготовлением высококачественного оксида железа и восстановлением цинка из отфильтрованной воды для промывания в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[0023] Варианты осуществления настоящего изобретения проиллюстрированы для описания технической идеи настоящего изобретения. Объем формулы изобретения в соответствии с настоящим изобретением не ограничивается вариантами осуществления, представленными ниже, или подробными описаниями этих вариантов осуществления.

[0024] Используемые в данном документе выражения «включает», «снабженный», «содержит» и т. п. следует понимать как неограничивающие термины, обеспечивающие возможность включения других вариантов осуществления, если иное не упомянуто во фразе или предложении, содержащих данные выражения.

[0025] На фиг. 1 представлена блок-схема, на которой проиллюстрирован способ очищения оксида железа с изготовлением высококачественного оксида железа и восстановлением цинка из отфильтрованной воды для промывания в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения. Как показано на фиг. 1, будет описан способ очищения оксида железа в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

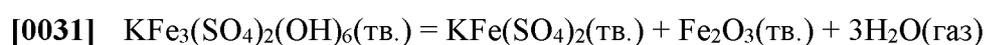
[0026] Процесс S100 обжига

[0027] Процесс S100 обжига предназначен для удаления примесей путем термического разложения оксида железа и может включать стадию обжига оксида железа при высокой температуре. Стадию обжига оксида железа можно выполнять с применением вращающейся печи в атмосфере воздуха. В данном случае температура, при которой оксид железа подвергают обжигу, может находиться в диапазоне от 700 градусов Цельсия до 950 градусов Цельсия. Если температура обжига составляет менее чем 700 градусов Цельсия, то реакция разложения ярозита, которая будет описана ниже, может не происходить, при этом если температура обжига составляет более чем 950 градусов Цельсия, то образуется оксид цинка в большей степени, чем сульфат цинка при реакции кислорода и сульфида цинка, как будет описано ниже. Это может затруднить удаление цинка в последующем гидрометаллургическом способе. Кроме того, температура обжига может, в частности, находиться в диапазоне от 700 градусов Цельсия до 800 градусов Цельсия и, более конкретно, в диапазоне от 750 градусов Цельсия до 800 градусов Цельсия.

[0028] Сырьевой оксид железа, который подвергают обжигу в процессе обжига, может содержать ярозит, такой как K-ярозит ($\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6(\text{тв.})$) или Na-ярозит ($\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6(\text{тв.})$).

[0029] Основные реакции процесса обжига являются следующими.

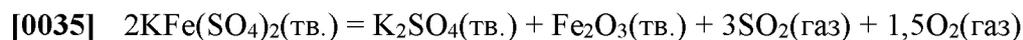
[0030] [Уравнение 1-1]



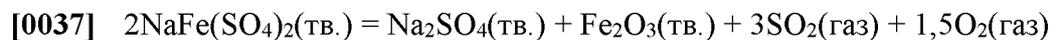
[0032] [Уравнение 1-2]



[0034] [Уравнение 2-1]



[0036] [Уравнение 2-2]



[0038] К-ярозит может быть разложен на $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2(\text{тв.})$, $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{тв.})$ и $\text{H}_2\text{O}(\text{газ})$, как в вышеуказанном уравнении 1-1. Затем $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2(\text{тв.})$ снова может быть разложен на $\text{K}_2\text{SO}_4(\text{тв.})$, $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{тв.})$, $\text{SO}_2(\text{газ})$ и $\text{O}_2(\text{газ})$, как в вышеуказанном уравнении 2-1.

[0039] Na-ярозит может быть разложен на $\text{NaFe}(\text{SO}_4)_2(\text{тв.})$, $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{тв.})$ и $\text{H}_2\text{O}(\text{газ})$, как в вышеуказанном уравнении 1-2. Затем $\text{NaFe}(\text{SO}_4)_2(\text{тв.})$ снова может быть разложен на $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{тв.})$, $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{тв.})$, $\text{SO}_2(\text{газ})$ и $\text{O}_2(\text{газ})$, как в вышеуказанном уравнении 2-2.

[0040] Уравнения 1-1 и 1-2 могут представлять собой реакции, возникающие при 450 градусах Цельсия или больше. Уравнения 2-1 и 2-2 могут представлять собой реакции, возникающие при 680 градусах Цельсия или больше.

[0041] Сырьевой оксид железа может содержать цинк (Zn) в качестве примеси. Цинк в качестве примеси может содержаться, например, в форме сульфида цинка (ZnS). В процессе S100 обжига сульфид цинка может вступать в реакцию с кислородом с образованием сульфата цинка (ZnSO_4), как в следующем уравнении 3.

[0042] [Уравнение 3]



[0044] В данном случае кислород, который вступает в реакцию с сульфидом цинка, может быть введен извне, или это может быть кислород, образованный во время разложения ярозита, в частности, кислород, образованный в уравнении 2-1 или в уравнении 2-2. При высокой температуре обжига сульфид цинка может вступать в реакцию с кислородом с образованием оксида цинка (ZnO). Например, если температура обжига составляет более чем 400 градусов Цельсия, то сульфид цинка может образовывать оксид цинка в процессе реакции с кислородом. Если температура обжига составляет более чем 950 градусов Цельсия, то образуется большее количество оксида цинка. Поскольку такой оксид цинка не является ионизированным, может быть трудно

удалить его в процессе промывания, который следует за гидрометаллургическим способом.

[0045] Процесс S100 обжига может включать стадию высушивания, на которой выпаривают всю влагу или часть влаги, содержащейся в оксиде железа с обеспечением сухого оксида железа. Стадию высушивания можно выполнять с применением вращающейся печи, но без ограничения таковой.

[0046] Температура, при которой выполняют стадию высушивания, может составлять 90 градусов Цельсия или больше. Поскольку температура, при которой выполняют стадию высушивания, ниже температуры, при которой выполняют стадию обжига оксида железа, после стадии высушивания может выполняться стадия обжига оксида железа. В данном случае, поскольку стадия высушивания и стадия обжига оксида железа происходят по мере повышения температуры оксида железа во вращающейся печи, стадия высушивания и стадия обжига оксида железа могут не быть четко различимыми.

[0047] Стадию высушивания можно выполнять отдельно до стадии обжига оксида железа. В данном случае температура, при которой выполняют стадию высушивания, может составлять 90 градусов Цельсия или больше. Если температура высушивания составляет менее чем 90 градусов Цельсия, то высушивание может не выполняться стандартным образом. Кроме того, температура высушивания может, в частности, находиться в диапазоне от 90 градусов Цельсия до 110 градусов Цельсия. Период времени, в течение которого выполняют стадию высушивания, может составлять 2 часа или больше. Кроме того, период времени, в течение которого выполняют стадию высушивания, может, в частности, составлять 2 часа или больше и 24 часа или меньше, и более конкретно 2 часа или больше и 4 часа или меньше.

[0048] Подвергнутый обжигу брикет оксида железа, прошедший процесс S100 обжига, может содержать 4 вес. % или меньше серы (S) в пересчете на его общий вес. Подвергнутый обжигу брикет оксида железа может содержать такие примеси, как цинк, калий, натрий и сера, которые представляют собой тип водорастворимых веществ, и из них сера принимает газообразную форму. Например, примеси содержащиеся в подвергнутом обжигу брикете оксида железа, могут представлять собой сульфат цинка ($ZnSO_4(тв.)$), сульфат калия ($K_2SO_4(тв.)$) и/или сульфат натрия ($Na_2SO_4(тв.)$). В данном

случае степень удаления серы может составлять 60% или больше, а степень удаления натрия может составлять 10% или больше.

[0049] Процесс S200 промывания

[0050] Процесс S200 промывания представляет собой процесс промывания подвергнутого обжигу брикета оксида железа с помощью воды для промывания с удалением примесей. Вода для промывания, применяемая в процессе S200 промывания, может представлять собой воду. Процесс промывания можно выполнять с применением воды при комнатной температуре. Как правило, процесс промывания с применением перемешивающего устройства можно выполнять при температуре, находящейся в диапазоне от 20 градусов Цельсия до 30 градусов Цельсия. Кроме того, можно применять воду при разных значениях температуры для улучшения эффективности промывания.

[0051] Способ S200 промывания можно выполнять при атмосферном давлении. Способ S200 промывания можно выполнять в течение от 1 часа до 3 часов.

[0052] Для эффективного промывания брикета оксида железа процесс промывания можно выполнять путем добавления от 140 г до 160 г подвергнутого обжигу брикета оксида железа на 1 л воды для промывания. Если на 1 л воды для промывания добавляют менее 140 г подвергнутого обжигу брикета оксида железа, можно применять большее количество воды для промывания, при этом размер оборудования может увеличиться. Эффективность промывания может снижаться, если на 1 л воды для промывания добавляют больше 160 г подвергнутого обжигу брикета оксида железа.

[0053] Примеси, удаленные в процессе промывания, могут представлять собой водорастворимые примеси, содержащиеся в подвергнутом обжигу брикете оксида железа. Эти водорастворимые примеси могут включать сульфат цинка ($ZnSO_4(тв.)$), сульфат калия ($K_2SO_4(тв.)$) и/или сульфат натрия ($Na_2SO_4(тв.)$).

[0054] Чтобы улучшить эффективность удаления примесей, подвергнутый обжигу брикет оксида железа можно промывать с применением автоклава после повышения температуры и давления в процессе S200 промывания. Процесс промывания с применением автоклава можно выполнять при давлении от 2 бар до 3 бар и можно выполнять в течение от 1 часа до 3 часов. В данном случае, если время процесса

промывания с применением автоклава составляет менее 1 часа, то эффективность удаления примесей может снижаться, при этом если время процесса промывания превышает 3 часа, то увеличенное время процесса оказывает незначительное влияние на эффективность удаления примесей, но может привести к увеличению стоимости.

[0055] В процессе промывания с применением автоклава температура воды для промывания может находиться в диапазоне от 130 градусов Цельсия до 150 градусов Цельсия. В данном случае, если температура воды для промывания составляет менее 130 градусов Цельсия, то эффективность управления примесями может снижаться.

[0056] Оксид железа, полученный в процессе промывания с применением автоклава, может демонстрировать более высокую степень удаления примесей, чем оксид железа, полученный в процессе промывания при комнатной температуре и атмосферном давлении.

[0057] Первый процесс S300 фильтрации

[0058] Очищенный оксид железа можно получать путем фильтрации промытого брикета оксида железа с применением фильтра. Очищенный оксид железа, полученный после процесса фильтрации, может содержать 3 вес. % или меньше цинка, 0,8 вес % или меньше натрия, 3 вес % или меньше калия и/или 8 вес % или меньше серы. Очищенный оксид железа может характеризоваться содержанием железа, составляющим 60 вес. % или больше, поскольку примеси были удалены. Очищенный оксид железа может представлять собой, в частности, высококачественный оксид железа, содержащий 0,3 вес. % или меньше цинка, 0,1 вес % или меньше натрия, 0,1 вес % или меньше калия и/или 0,5 вес % или меньше серы.

[0059] Процесс S400 селективного осаждения цинка

[0060] Отфильтрованная вода для промывания, которая остается после фильтрации промытого брикета оксида железа с применением фильтра и отделения очищенного оксида железа, может содержать цинк. Процесс селективного осаждения цинка, то есть процесс SZP представляет собой процесс восстановления цинка из отфильтрованной воды для промывания.

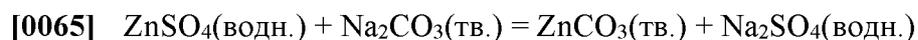
[0061] В процессе S400 селективного осаждения цинка в отфильтрованную воду для промывания можно добавлять соль. В данном случае соль может представлять собой

карбонат натрия (Na_2CO_3). Процесс S400 селективного осаждения цинка может осуществляться при pH, находящимся в диапазоне от 7 до 9 в результате добавления соли. В данном случае, если pH составляет менее 7, то степень восстановления цинка может снижаться, при этом если pH превышает 9, то могут осаждаться компоненты, отличные от цинка.

[0062] В процессе S400 селективного осаждения цинка температура отфильтрованной воды для промывания может находиться в диапазоне от 50 градусов Цельсия до 70 градусов Цельсия. На этот момент, если температура отфильтрованной воды для промывания составляет менее 50 градусов Цельсия, эффективность процесса может снижаться.

[0063] Цинк, содержащийся в отфильтрованной воде для промывания, может осаждаться в твердом состоянии, как в следующем уравнении 4 в результате реакции с солью.

[0064] [Уравнение 4]



[0066] В результате вышеуказанной реакции цинк, содержащийся в отфильтрованной воде для промывания, может осаждаться в виде $\text{ZnCO}_3(\text{тв.})$ с помощью второго процесса фильтрации S500, и может быть восстановлено 99% или больше цинка в отфильтрованной жидкости.

[0067] С помощью вышеуказанных процессов можно изготовить высококачественный оксид железа с содержанием железа 60% или больше путем удаления примесей из оксида железа, который является побочным продуктом процесса плавки цинка. В данном случае степень удаления цинка, калия, натрия и серы составляет 90% или больше.

[0068] Вес оксида железа уменьшается до приблизительно 60% от исходного веса, поскольку уменьшается количество примесей. Кроме того, очищенный оксид железа характеризуется низким уровнем примесей, например, 0,3% или меньше цинка и 0,5% или меньше серы.

[0069] **[Примеры]**

[0070] Настоящее изобретение будет описано более подробно с использованием следующих примеров и сравнительных примеров. Однако технический объем настоящего изобретения не ограничивается только следующими примерами.

[0071] Процесс S100 обжига

[0072] В таблице 1 показаны основные компоненты, за исключением воды, в сырьевом оксиде железа, который является побочным продуктом плавки цинка в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

[0073] [Таблица 1]

Разделение	Fe	Zn	Na	K	S
Вес. %	41,7	1,76	0,71	2,26	7,90

[0074] (1) Стадия высушивания

[0075] Сырьевой оксид железа высушивали при температуре, составляющей 100 градусов Цельсия, в течение 24 часов. В данном случае содержание влаги в высушенном оксиде железа составило 24%.

[0076] (2) Стадия обжига

[0077] Высушенный оксид железа подвергали обжигу при температуре, составляющей 700 градусов Цельсия, 750 градусов Цельсия, 800 градусов Цельсия, 850 градусов Цельсия и 950 градусов Цельсия, в течение 2 часов.

[0078] Уменьшение веса оксида железа в зависимости от каждого значения температуры обжига является следующим.

[0079] [Таблица 2]

Разделение	700°C	750°C	800°C	850°C	950°C
Уменьшение веса (%)	23,2	24,7	25,4	26,0	27,0

[0080] Вес. % компонентов, содержащихся в подвергнутом обжигу брикете оксида железа, и степень удаления примесей в зависимости от каждого значения температуры обжига являются следующими.

[0081] [Таблица 3]

	Температура обжига	Разделение	Fe	Zn	Na	K	S
Пример 1	700°C	Вес. %	53,9	2,29	0,79	2,98	3,72
		Степень удаления (%)		0,12	14,78	0,52	63,8
Пример 2	750°C	Вес. %	55,1	2,34	0,84	3,05	3,51
		Степень удаления (%)		0,04	10,53	0,46	66,5
Пример 3	800°C	Вес. %	55,8	2,35	0,85	3,09	3,13
		Степень удаления (%)		0,34	10,52	0,14	70,4
Пример 4	850°C	Вес. %	56,2	2,36	0,87	3,09	3,22
		Степень удаления (%)		0,77	9,13	0,81	69,8
Пример 5	950°C	Вес. %	56,4	2,41	0,90	3,13	2,47
		Степень удаления (%)		0,14	7,37	0,96	77,2

[0082] Процесс S200 промывания и первый процесс S300 фильтрации

[0083] Добавляли 150 г подвергнутого обжигу брикета оксида железа на 1 л воды и затем добавленный подвергнутый обжигу брикет оксида железа перемешивали и промывали при комнатной температуре (25 градусов Цельсия) и атмосферном давлении (1 бар) в течение 2 часов. После завершения промывания вносили воду для промывания и фильтровали с помощью фильтра с разделением оксида железа и отфильтрованной жидкости. После этого оксид железа высушивали и в отношении него выполняли измерение оставшегося веса и анализ компонентов. Для сравнения не подвергнутый обжигу оксид железа подвергали испытанию при тех же экспериментальных условиях. В данном случае содержание влаги в высушенном оксиде железа составило 30%.

[0084] В результате промывания и фильтрации подвергнутого обжигу брикета оксида железа в зависимости от каждого значения температуры обжига, вес. % компонентов, содержащихся в очищенном оксиде железа, и степень удаления примесей являются следующими.

[0085] [Таблица 4]

	Температура обжига	Разделение	Fe	Zn	Na	K	S
Пример 1	700°C	Вес. %	65,2	0,29	0,18	0,15	0,48
		Степень удаления (%)		89,8	81,8	96,1	89,7
Пример 2	750°C	Вес. %	65,6	0,28	0,09	0,09	0,35
		Степень удаления (%)		90,0	91,2	97,5	91,7
Пример 3	800°C	Вес. %	67,5	0,44	0,04	0,09	0,21
		Степень удаления (%)		84,5	95,7	97,6	94,5
Пример 4	850°C	Вес. %	64,8	0,73	0,06	0,12	0,35
		Степень удаления (%)		73,7	93,9	96,8	90,7
Пример 5	950°C	Вес. %	64,1	2,12	0,01	0,02	0,04

		Степень удаления (%)		22,7	98,9	99,5	98,7
Сравнительный пример 1	Отсутствие обжига	Вес. %	43,3	1,27	0,71	2,39	7,53
		Степень удаления (%)		30,5	3,4	0,1	8,2

[0086] По результатам экспериментальных исследований было обнаружено, что в примерах, в которых оксид железа промывали после прохождения процесса обжига, процесс обжига обеспечивали более высокую степень удаления примесей, чем в сравнительном примере, в котором оксид железа промывали без обжига. Кроме того, можно отметить, что лучше всего примеси удалялись в случае промывания оксида железа после подвергания его обжигу при 750 градусах Цельсия (пример 2), поскольку все значения степени удаления четырех видов примесей, в том числе цинка, натрия, калия и серы, составляли 90% или больше.

[0087] Процесс промывания с применением автоклава

[0088] Для определения влияния температуры на процесс промывания выполняли процессы промывания при значениях температуры, составляющих 60 градусов Цельсия, 90 градусов Цельсия и 140 градусов Цельсия (под давлением 2,5 бар) с применением автоклава соответственно в отношении подвергнутого обжигу оксида железа, который подвергали обжигу при 750 градусах Цельсия. В данном случае промывание выполняли путем изменения только температуры воды с сохранением при этом в равной мере времени перемешивания (2 часа) и добавленного количества оксида железа (150 г подвергнутого обжигу брикета оксида железа на 1 л воды). После промывания оксид железа фильтровали таким же образом, как и в вышеуказанных экспериментах, и выполняли измерение его веса и анализ компонентов. В данном случае вес. % компонентов, содержащихся в оксиде железа, и степень удаления примесей являются следующими.

[0089] [Таблица 5]

	Температура воды для промывания	Разделение	Fe	Zn	Na	K	S
Пример 6	140°C	Вес. %	67,9	0,15	0,07	0,08	0,32
		Степень удаления (%)		94,9	98,0	94,0	92,9
Сравнительный пример 2	60°C	Вес. %	65,7	0,27	0,09	0,09	0,34
		Степень удаления (%)		90,4	91,6	97,6	91,9
Сравнительный пример 3	90°C	Вес. %	65,7	0,27	0,08	0,08	0,34
		Степень удаления (%)		90,4	91,9	97,9	91,9

[0090] Эффективность удаления примесей немного повышается по мере увеличения температуры воды для промывания в процессе промывания, но сравнительные примеры

2 и 3 не демонстрируют большой разницы в отношении значений степени удаления примесей по сравнению с примером 2. Однако в примере 6, в котором промывание выполняли с применением автоклава при давлении 2,5 бар и температуре 140 градусов Цельсия, получали повышенную степень удаления примесей по сравнению с примером 2, в котором автоклав не применяли.

[0091] Процесс селективного осаждения цинка S400 и второй процесс фильтрации S500

[0092] Процесс селективного осаждения цинка выполняли для восстановления цинка в отфильтрованной воде для промывания. Сначала температуру отфильтрованной воды для промывания повышали до 60 градусов Цельсия, а затем непрерывно добавляли Na_2CO_3 , чтобы поддерживать pH отфильтрованной воды для промывания на уровне 8. После ее перемешивания в течение 3 часов с тщательным перемешиванием добавленного Na_2CO_3 ее отфильтровали с применением фильтра. Затем после высушивания отфильтрованного брикета в отношении него выполняли измерение веса и анализ компонентов.

[0093] Отфильтрованная вода для промывания содержала 2,950 мг/л цинка, а после прохождения процесса селективного осаждения цинка количество цинка в отфильтрованной жидкости снизилось до 2,65 мг/л. То есть цинк осаждали в форме $\text{ZnCO}_3(\text{тв.})$, и могло быть восстановлено 99% или больше цинка в отфильтрованной воде для промывания. В данном случае образовывался осадок в количестве 6,5 г на 1 л отфильтрованной воды для промывания.

[0094] Хотя варианты осуществления настоящего изобретения были описаны со ссылкой на прилагаемые графические материалы, специалисты в области техники, к которой относится настоящее изобретение, могут понять, что настоящее изобретение может быть реализовано в других конкретных формах без изменения технической идеи или существенных признаков настоящего изобретения.

[0095] Следовательно, вышеописанные варианты осуществления следует понимать во всех отношениях как иллюстративные, а не как ограничивающие. Объем настоящего изобретения указан в прилагаемой формуле изобретения, а не в подробном описании, и все изменения или модификации, вытекающие из сути и объема формулы изобретения и ее эквивалентных концепций, следует рассматривать как включенные в объем настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ очищения сырьевого оксида железа, который является побочным продуктом процесса плавки цинка, где способ включает:

процесс обжига, заключающийся в осуществлении обжига сырьевого оксида железа;

процесс промывания, заключающийся в промывании подвергнутого обжигу брикета оксида железа с помощью воды для промывания; и

первый процесс фильтрации, заключающийся в фильтрации промытого брикета оксида железа с обеспечением таким образом очищенного оксида железа.

2. Способ по п. 1, где процесс обжига характеризуется температурой обжига, находящейся в диапазоне от 700 градусов Цельсия до 950 градусов Цельсия.

3. Способ по п. 1, где процесс обжига дополнительно предусматривает высушивание оксида железа, и

при этом при высушивании оксида железа температура высушивания находится в диапазоне от 90 градусов Цельсия до 110 градусов Цельсия, причем время высушивания составляет 2 часа или больше.

4. Способ по п. 1, где процесс обжига выполняют в атмосфере воздуха с применением вращающейся печи.

5. Способ по п. 1, где в процессе промывания добавляют от 140 г до 160 г подвергнутого обжигу брикета оксида железа на 1 л воды для промывания с промыванием подвергнутого обжигу брикета оксида железа.

6. Способ по п. 1, где очищенный оксид железа содержит 60 вес. % или больше железа, 0,3 вес. % или меньше цинка, 0,1 вес. % или меньше калия, 0,1 вес. % или меньше натрия и 0,5 вес. % или меньше серы.

7. Способ по п. 1, где в процессе промывания промывают подвергнутый обжигу брикет оксида железа с помощью воды для промывания с применением автоклава.

8. Способ по п. 1, где в процессе промывания промывают подвергнутый обжигу брикет оксида железа с помощью воды для промывания с применением перемешивающего устройства.
9. Способ по п. 7, где вода для промывания характеризуется температурой, находящейся в диапазоне от 130 градусов Цельсия до 150 градусов Цельсия.
10. Способ по п. 8, где вода для промывания характеризуется температурой, находящейся в диапазоне от 20 градусов Цельсия до 30 градусов Цельсия.
11. Способ по п. 1, дополнительно включающий процесс селективного осаждения цинка, заключающийся в восстановлении цинка из воды для промывания, отфильтрованной из первого процесса фильтрации,

при этом в процессе селективного осаждения цинка добавляют соль в отфильтрованную воду для промывания.
12. Способ по п. 11, где соль представляет собой карбонат натрия.
13. Способ по п. 11, где в процессе селективного осаждения цинка отфильтрованная вода для промывания характеризуется температурой, находящейся в диапазоне от 50 градусов Цельсия до 70 градусов Цельсия, и рН, находящимся в диапазоне от 7 до 9.

Фиг. 1

