

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202491411** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2024.08.30**

(51) Int. Cl. **C21B 5/00** (2006.01)  
**C21B 13/12** (2006.01)  
**C22B 7/02** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2023.05.10**

(54) **СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗА И ЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ПЫЛИ  
ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЕЧИ**

(31) **10-2023-0002979**

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

(32) **2023.01.09**

(33) **KR**

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

(86) **PCT/KR2023/006347**

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

(57) Способ извлечения железа и ценных металлов из пыли электродуговой печи включает: процесс обработки пыли электродуговой печи, заключающийся в обработке пыли электродуговой печи с получением промежуточного продукта, содержащего железо; процесс обработки промежуточного продукта, заключающийся в нагревании промежуточного продукта до предварительно заданного температурного диапазона таким образом, чтобы обеспечить плавление и восстановление промежуточного продукта, загруженного в плавильную печь; и процесс извлечения, заключающийся в извлечении металлического железа, полученного путем восстановления из промежуточного продукта, и извлечении ценных металлов, образующихся в виде пыли. Процесс обработки промежуточного продукта включает процесс загрузки восстанавливающего средства, заключающийся в загрузке восстанавливающего средства, содержащего углерод, в плавильную печь с увеличением количества металлического железа, восстанавливаемого из промежуточного продукта. Восстанавливающее средство загружают в плавильную печь в эквивалентном соотношении от 1,7:1 до 3,1:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте.



**A1**

**202491411**

**202491411**

**A1**

## СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗА И ЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ПЫЛИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЕЧИ

### ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

**[0001]** Настоящее изобретение относится к способу извлечения железа и ценных металлов из пыли электродуговой печи.

### ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

**[0002]** В последнее время по мере увеличения количества пыли, являющейся частью отходов, загрязнение воздуха, вызванное пылью, быстро растет. В частности, количество пыли электродуговой печи (EAFD), которая имеет высокую степень загрязнения тяжелыми металлами, постоянно увеличивается и превышает 360000 тонн в год. Таким образом, для обработки пыли электродуговой печи используется способ захоронения в землю пыли электродуговой печи.

**[0003]** Однако, способ простого захоронения в землю пыли электродуговой печи может вызывать загрязнение окружающей среды в результате загрязнения почвы и грунтовых вод. Кроме того, пыль электродуговой печи содержит большое количество ценных металлов. Если пыль электродуговой печи захоронена в землю, ценные металлы, содержащиеся в пыли электродуговой печи, не могут быть переработаны и должны быть утилизированы. Следовательно, был разработан способ обработки пыли электродуговой печи, позволяющий перерабатывать ценные металлы и предотвращающий при этом загрязнение экологии и окружающей среды.

**[0004]** Например, пыль электродуговой печи может использоваться как сырьевой материал в процессе получения необработанного оксида цинка. В процессе получения такого необработанного оксида цинка пыль электродуговой печи обрабатывают с использованием печи с вращающимся подом (RHF) или вращающейся обжиговой печи (RK). В данном случае промежуточный продукт получают вместе с необработанным оксидом цинка. Промежуточный

продукт содержит металлическое железо и оксид железа и может дополнительно содержать примеси, такие как цинк, свинец и серебро.

**[0005]** Однако содержание железа в промежуточном продукте, образующемся в процессе получения необработанного оксида цинка, составляет приблизительно 70%. Только от 40% до 70% железа, содержащегося в промежуточном продукте, присутствует в виде металлического железа. Другими словами, от 30% до 60% железа, содержащегося в промежуточном продукте, присутствует в виде оксида железа. Фактически содержание железа в промежуточном продукте является низким, но содержание в нем примесей является высоким, что затрудняет использование промежуточного продукта в качестве сырьевого материала в процессе выплавки железа или выплавки стали. Большая часть промежуточных продуктов захороняется в землю в качестве промышленных отходов.

### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

**[0006]** С учетом вышеизложенных предпосылок создания настоящего изобретения задачей настоящего изобретения является повышение степени извлечения железа из промежуточного продукта, образующегося в процессе обработки пыли электродуговой печи, и увеличение содержания железа.

**[0007]** Кроме того, задачей настоящего изобретения является переработка ценных металлов путем повышения степени извлечения ценных металлов, таких как цинк, свинец и серебро, образующихся в процессе обработки пыли электродуговой печи.

**[0008]** Кроме того, задачей настоящего изобретения является повышение степени извлечения железа и ценных металлов, уменьшение количества железа и ценных металлов, подлежащих захоронению в землю, и уменьшение затрат на захоронение в землю.

**[0009]** Кроме того, задачей настоящего изобретения является уменьшение количества образующегося шлака путем увеличения количества извлекаемого железа и ценных металлов и уменьшение затрат путем сведения к минимуму количества шлака, подлежащего обработке.

**[0010]** Согласно одному варианту осуществления может быть представлен способ извлечения железа и ценных металлов из пыли электродуговой печи, включающий: процесс обработки

пыли электродуговой печи, заключающийся в обработке пыли электродуговой печи с получением промежуточного продукта, содержащего железо; процесс обработки промежуточного продукта, заключающийся в нагревании промежуточного продукта до предварительно заданного температурного диапазона таким образом, чтобы обеспечить плавление и восстановление промежуточного продукта, загруженного в плавильную печь; и процесс извлечения, заключающийся в извлечении металлического железа, полученного путем восстановления из промежуточного продукта и находящегося в плавильной печи в расплавленном состоянии и извлечении ценных металлов, образующихся в виде пыли в процессе обработки промежуточного продукта, при этом процесс обработки промежуточного продукта включает процесс загрузки восстанавливающего средства, заключающийся в загрузке восстанавливающего средства, содержащего углерод, в плавильную печь с увеличением количества металлического железа, восстанавливаемого из промежуточного продукта, и восстанавливающее средство загружают в плавильную печь в эквивалентном соотношении от 1,7:1 до 3,1:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте.

**[0011]** Согласно одному варианту осуществления восстанавливающее средство может характеризоваться диаметром от 5 мм до 20 мм.

**[0012]** Согласно одному варианту осуществления процесс обработки промежуточного продукта может включать процесс загрузки флюса, заключающийся в загрузке флюса в плавильную печь с регулированием основности ( $\text{CaO/SiO}_2$ ) шлака, образующегося в процессе обработки промежуточного продукта, и при этом флюс может быть загружен в плавильную печь так, что основность шлака составляет от 0,4 до 1,5.

**[0013]** Согласно одному варианту осуществления флюс может содержать по меньшей мере одно из известняка, кремнезема и доломита.

**[0014]** Согласно одному варианту осуществления процесс извлечения может включать процесс извлечения металлического железа, заключающийся в выпуске металлического железа, находящегося в плавильной печи в расплавленном состоянии, из плавильной печи и извлечение выпускаемого металлического железа в виде слитка посредством литья.

**[0015]** Согласно одному варианту осуществления процесс извлечения может включать

процесс извлечения ценных металлов, заключающийся в извлечении ценных металлов посредством процесса с использованием рукавного фильтра.

**[0016]** Согласно одному варианту осуществления содержание железа в металлическом железе, извлеченном в процессе извлечения, находится в диапазоне от 90% до 97%.

**[0017]** Согласно одному варианту осуществления плавильная печь может представлять собой одно из SAF (печи с погруженной дугой), ACEAF (электронной дуговой печи переменного тока) и DCEAF (электронной дуговой печи постоянного тока).

**[0018]** Согласно одному варианту осуществления предварительно заданная температура в процессе обработки промежуточного продукта находится в диапазоне от 1450°C до 1650°C.

**[0019]** Согласно одному варианту осуществления в процессе обработки пыли электродуговой печи пыль электродуговой печи может быть обработана с получением необработанного оксида цинка и промежуточного продукта.

**[0020]** Согласно различным вариантам осуществления настоящего изобретения можно повысить степень извлечения железа из промежуточного продукта, образующегося в процессе обработки пыли электродуговой печи, и увеличить содержание железа.

**[0021]** Кроме того, можно осуществлять переработку ценных металлов путем повышения степени извлечения ценных металлов, таких как цинк, свинец и серебро, образующихся в процессе обработки пыли электродуговой печи.

**[0022]** Кроме того, можно повысить степень извлечения железа и ценных металлов, уменьшить количество железа и ценных металлов, подлежащих захоронению в землю, и снизить затраты на захоронение в землю.

**[0023]** Кроме того, возможно уменьшить количество образующегося шлака путем увеличения количества извлекаемого железа и ценных металлов и снизить затраты путем сведения к минимуму количества шлака, подлежащего обработке.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[0024] На фиг. 1 представлена схема последовательности операций, на которой показан способ извлечения железа и ценных металлов из пыли электродуговой печи согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

[0025] На фиг. 2 представлена схема последовательности операций, на которой показан процесс обработки промежуточного продукта, показанный на фиг. 1.

[0026] На фиг. 3 представлена схема последовательности операций, на которой показан процесс извлечения, показанный на фиг. 1.

### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[0027] Варианты осуществления настоящего изобретения проиллюстрированы для описания технической сущности настоящего изобретения. Объем формулы изобретения в соответствии с настоящим изобретением не ограничивается вариантами осуществления, описанными ниже, или подробными описаниями этих вариантов осуществления.

[0028] Далее в данном документе настоящее изобретение будет описано со ссылкой на графические материалы.

[0029] На фиг. 1 представлена схема последовательности операций, на которой показан способ извлечения железа и ценных металлов из пыли электродуговой печи согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

[0030] Как показано на фиг. 1, в способе S1 извлечения железа и ценных металлов из пыли электродуговой печи железо и ценные металлы могут быть извлечены из пыли электродуговой печи. Способ S1 извлечения железа и ценных металлов из пыли электродуговой печи может включать процесс S100 обработки пыли электродуговой печи, процесс S200 обработки промежуточного продукта и процесс S300 извлечения.

[0031] В процессе S100 обработки пыли электродуговой печи необработанный оксид цинка и промежуточный продукт могут быть получены путем обработки пыли электродуговой печи. В настоящем изобретении пыль электродуговой печи (EAFD) относится к мелкодисперсному порошку, собранному во время процесса охлаждения рассеянной пыли или газа, образующихся в процессе плавления в электрической печи, в которой в качестве основного сырьевого

материала используется металлолом. Например, пыль электродуговой печи может содержать оксид железа, ценные металлы, такие как свинец, цинк и серебро, и опасные тяжелые металлы, такие как кадмий, ртуть и хром. С другой стороны, в процессе S100 обработки пыли электродуговой печи пыль электродуговой печи может быть нагрета с помощью печи с вращающимся подом (RHF) или вращающейся обжиговой печи (RK). В данном случае пыль электродуговой печи подвергается реакции восстановления, и цинк получают путем восстановления оксида цинка, содержащегося в пыли электродуговой печи. Например, цинк может быть получен в газообразном состоянии и может быть извлечен в виде необработанного оксида цинка посредством процессов повторного окисления и охлаждения. Кроме того, промежуточный продукт может быть получен путем восстановления пыли электродуговой печи.

**[0032]** Промежуточный продукт содержит железо и может содержать оксид железа и металлическое железо. Например, промежуточный продукт может содержать металлическое железо, полученное путем восстановления оксида железа, содержащегося в пыли электродуговой печи, и оксид железа, остающийся полностью невосстановленным. Кроме того, промежуточный продукт может содержать ценные металлы, такие как цинк, свинец и серебро.

**[0033]** В то же время реакции, в которых пыль электродуговой печи восстанавливают до металлического железа в процессе S100 обработки пыли электродуговой печи, выглядят следующим образом.

**[0034]**  $C (тв.) + O_2 (г.) = CO_2 (г.) \dots$  (формула 1 реакции)

**[0035]**  $C (тв.) + CO_2 (г.) = 2CO (г.) \dots$  (формула 2 реакции)

**[0036]**  $3Fe_2O_3 (тв.) + CO (г.) = 2Fe_3O_4 (тв.) + CO_2 (г.) \dots$  (формула 3 реакции)

**[0037]**  $Fe_3O_4 (тв.) + CO (г.) = 3FeO (тв.) + CO_2 (г.) \dots$  (формула 4 реакции)

**[0038]**  $FeO (тв.) + CO (г.) = Fe (тв.) + CO_2 (г.) \dots$  (формула 5 реакции)

**[0039]** Хотя было описано, что промежуточный продукт получают вместе с необработанным оксидом цинка в процессе S100 обработки пыли электродуговой печи, это является лишь примером. Настоящее изобретение этим не ограничивается. Следовательно, промежуточный

продукт может быть получен в отдельном процессе, в котором не получают необработанный оксид цинка.

**[0040]** Процесс S100 обработки пыли электродуговой печи включает процесс обжига пыли электродуговой печи.

**[0041]** Как показано на фиг. 2, в процессе S200 обработки промежуточного продукта плавильная печь может быть нагрета до предварительно заданного температурного диапазона. В данном случае расплавляют промежуточный продукт, загруженный в плавильную печь, и восстанавливают оксид железа, содержащийся в промежуточном продукте, загруженном в плавильную печь, до металлического железа. В данном случае восстановление и плавление промежуточного продукта могут проводиться одновременно. Кроме того, в процессе S200 обработки промежуточного продукта ценные металлы могут образовываться в виде пыли. Процесс S200 обработки промежуточного продукта может включать процесс S210 загрузки промежуточного продукта, процесс S220 загрузки восстанавливающего средства, процесс S230 загрузки флюса и процесс S240 нагревания.

**[0042]** В процессе S210 загрузки промежуточного продукта промежуточный продукт, полученный в процессе S100 обработки пыли электродуговой печи, загружают в плавильную печь. Например, промежуточный продукт, полученный в процессе S100 обработки пыли электродуговой печи, может быть непосредственно загружен в плавильную печь в высокотемпературном состоянии. В процессе S210 загрузки промежуточного продукта промежуточный продукт, загруженный в плавильную печь, может характеризоваться диаметром от 10 мм до 20 мм. Если диаметр промежуточного продукта составляет менее 10 мм, в процессе транспортировки и загрузки промежуточного продукта происходят потери промежуточного продукта из-за сбора пыли. То есть промежуточный продукт смешивается с пылью, и снижается качество ценных металлов, полученных из пыли. Кроме того, если диаметр промежуточного продукта составляет более 20 мм, в процессе транспортировки и загрузки промежуточного продукта происходит засорение сырьевого материала промежуточным продуктом. Это создает проблему того, что промежуточный продукт не будет равномерно загружен в плавильную печь. Кроме того, плавильная печь может представлять собой SAF (печь с погруженной дугой). Однако это всего лишь пример. Плавильная печь может также представлять собой, например, ACEAF (электронную дуговую печь переменного тока)



или DCEAF (электронную дуговую печь постоянного тока). Хотя плавильная печь была описана в данном документе как электрическая печь, это всего лишь пример. В качестве плавильной печи может быть использовано нагревательное средство, такое как индукционная печь или т. п.

**[0043]** В процессе S220 загрузки восстанавливающего средства восстанавливающее средство загружают в плавильную печь с увеличением количества металлического железа, восстанавливаемого из промежуточного продукта. Восстанавливающее средство может содержать углерод и может дополнительно содержать одно или более из угля и кокса. Кроме того, восстанавливающее средство загружают в плавильную печь в эквивалентном соотношении от 1,7:1 до 3,1:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте. В контексте данного документа термин «эквивалентный» относится к массе материала, разделенной на молярную массу. Эквивалентное соотношение между восстанавливающим средством и оксидом железа означает соотношение эквивалента восстанавливающего средства, полученное путем деления массы восстанавливающего средства на молярную массу восстанавливающего средства, и эквивалента железа, полученного путем деления массы оксида железа на молярную массу железа. Например, когда восстанавливающее средство загружают в плавильную печь в эквивалентном соотношении менее 1,7:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте, количество оксида железа, подлежащего восстановлению до металлического железа, уменьшается, тем самым уменьшая степень извлечения металлического железа. Кроме того, когда восстанавливающее средство загружают в плавильную печь в эквивалентном соотношении более 3,1:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте, уменьшаются примеси, отличные от промежуточного продукта, уменьшается содержание металлического железа, ухудшается текучесть шлака и увеличиваются затраты на обработку. Это восстанавливающее средство может быть загружено в плавильную печь одновременно со смешиванием с оксидом железа. Кроме того, восстанавливающее средство, загруженное в плавильную печь в процессе S220 загрузки восстанавливающего средства, может характеризоваться диаметром от 5 мм до 20 мм. Если диаметр восстанавливающего средства составляет менее 5 мм, происходят потери восстанавливающего средства из-за сбора пыли. Если диаметр восстанавливающего средства составляет более 20 мм, область реакции является небольшой, и реакция не проходит равномерно.

**[0044]** В процессе S230 загрузки флюса флюс загружают в плавильную печь с увеличением количества металлического железа, восстанавливаемого из промежуточного продукта, и с улучшением текучести шлака. В этом отношении флюс используется для контроля основности ( $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ ) шлака, полученного при плавлении и восстановлении промежуточного продукта, и он может быть загружен в плавильную печь так, что основность шлака составляет от 0,4 до 1,5. Например, если основность шлака составляет менее 0,4, вязкость шлака становится слишком высокой, и возникают трудности при последующем выпуске расплавленного металлического железа. Если основность шлака составляет более 1,5, снижается эффективность восстановления металлического железа, и увеличивается количество образующегося шлака.

**[0045]** Кроме того, флюс может содержать одно или более из известняка, кремнезема и доломита. Например, когда промежуточный продукт, имеющий низкую долю оксида кальция ( $\text{CaO}$ ), загружают в плавильную печь в процессе S210 загрузки промежуточного продукта, известняк может быть загружен в плавильную печь в процессе S230 загрузки флюса. В качестве другого примера, когда промежуточный продукт, имеющий высокую долю оксида кальция, загружают в плавильную печь в процессе S210 загрузки промежуточного продукта, кремнезем может быть загружен в плавильную печь в процессе S230 загрузки флюса. Флюс, загружаемый в плавильную печь в процессе S230 загрузки флюса, может характеризоваться диаметром от 5 мм до 20 мм. Если диаметр флюса составляет менее 5 мм, потери флюса из-за сбора пыли возникают во время процесса транспортировки и загрузки флюса. То есть флюс смешивается с пылью, вследствие чего снижается качество ценных металлов, получаемых из пыли. Если диаметр флюса составляет более 20 мм, возникает проблема, что флюс не будет равномерно загружен в плавильную печь из-за засорения сырьевого материала промежуточным продуктом в процессе транспортировки и загрузки флюса.

**[0046]** В то же время, процесс S210 загрузки промежуточного продукта, процесс S220 загрузки восстанавливающего средства и процесс S230 загрузки флюса могут проводиться одновременно или последовательно. Например, когда процесс S210 загрузки промежуточного продукта, процесс S220 загрузки восстанавливающего средства и процесс S230 загрузки флюса проводят одновременно, промежуточный продукт, восстанавливающее средство и флюс загружают в плавильную печь при смешивании друг с другом. Кроме того, промежуточный продукт, восстанавливающее средство и флюс могут непрерывно загружаться в плавильную

печь в течение предварительно заданного времени. Например, промежуточный продукт, восстанавливающее средство и флюс могут непрерывно загружаться в плавильную печь SAF мощностью 500 кВА в течение от 3 до 4 часов из расчета на 1 тонну. Если 1 тонну промежуточного продукта, восстанавливающее средство и флюс загружают в течение менее 3 часов, промежуточный продукт, восстанавливающее средство и флюс накапливаются на шлаке без расплавления. Для расплавления промежуточного продукта, восстанавливающего средства и флюса требуется больше тепловой энергии, что приводит к потерям тепла. Кроме того, если 1 тонну промежуточного продукта, восстанавливающее средство и флюс загружают более чем 4 часа, снижается эффективность извлечения железа и ценных металлов. В настоящем описании описано, что 1 тонну промежуточного продукта, восстанавливающее средство и флюс загружают в плавильную печь SAF мощностью 500 кВА. Однако это всего лишь пример, и настоящее изобретение им не ограничивается.

**[0047]** Когда проводят процесс S210 загрузки промежуточного продукта, процесс S220 загрузки восстанавливающего средства и процесс S230 загрузки флюса, промежуточный продукт, восстанавливающее средство и флюс могут быть загружены в плавильную печь в состоянии, в котором внутри плавильной печи образуются расплавленный металл и шлак. То есть после того, как предварительно определенное металлическое железо сначала плавят с образованием шлака и расплавленного металла, дополнительно проводят процесс S210 загрузки промежуточного продукта, процесс S220 загрузки восстанавливающего средства и процесс S230 загрузки флюса. В этом случае, даже если загруженный промежуточный продукт восстанавливается с образованием газа, образовавшийся газ легко выводится наружу, поскольку слой сырьевого материала не покрывает слой шлака и металла. Другими словами, возникает эффект предотвращения появления вспенивания в расплавленном металле и шлаке за счет образующегося газа. Кроме того, поскольку слой сырьевого материала не покрывает слой шлака и металла, предотвращается сохранение цинка в виде оксида цинка в слое сырьевого материала. В этом случае, поскольку пыль легко выводится наружу, возникает эффект легкого извлечения ценных металлов, таких как цинк и свинец.

**[0048]** В процессе S240 нагревания промежуточный продукт нагревают до предварительно заданного температурного диапазона таким образом, чтобы обеспечить плавление и восстановление промежуточного продукта, загруженного в плавильную печь. Например, в

процессе S240 нагревания пространство внутри плавильной печи может быть нагрето за счет подачи электропитания на электрическую печь. Другими словами, на электрическую печь может быть подано электропитание для нагревания промежуточного продукта, загруженного в нее. Например, может быть подано электропитание 1400 кВт·ч или более и 1700 кВт·ч или менее на тонну промежуточного продукта. В данном случае температура внутри электрической печи может быть отрегулирована в диапазоне от 1450°C до 1650°C, и промежуточный продукт может быть расплавлен и восстановлен в этом температурном диапазоне. Если температура внутри электрической печи составляет менее 1450°C, плавление и восстановление промежуточного продукта не происходят равномерно. Если температура внутри электрической печи составляет более 1650°C, марганец или кремний может быть восстановлен и введен в качестве примесей, что может ухудшить качество получаемого металлического железа.

**[0049]** В то же время реакции, в которых оксид железа восстанавливается до металлического железа восстанавливающим средством в процессе S240 нагревания, выглядят следующим образом.

**[0050]**  $\text{FeO (тв.)} + \text{C (тв.)} = \text{Fe} + \text{CO (г.)} \dots$  (формула 6 реакции)

**[0051]**  $\text{FeO (тв.)} + \text{CO (г.)} = \text{Fe (тв.)} + \text{CO}_2 \text{ (г.)} \dots$  (формула 7 реакции)

**[0052]**  $\text{CO}_2 \text{ (г.)} + \text{C (тв.)} = 2\text{CO (г.)} \dots$  (формула 8 реакции)

**[0053]** Процесс S200 обработки промежуточного продукта включает процесс плавления промежуточного продукта.

**[0054]** Как показано на фиг. 3, в процессе S300 извлечения извлекают металлическое железо и ценные металлы, находящиеся в плавильной печи. Содержание металлического железа, извлеченного в процессе S300 извлечения, может составлять от 90% до 97% или менее. Данный процесс S300 извлечения может включать процесс S310 извлечения металлического железа, процесс S320 извлечения ценных металлов и процесс S330 извлечения шлака.

**[0055]** В процессе S310 извлечения металлического железа извлекают металлическое железо, которое восстановлено из промежуточного продукта в процессе S200 обработки промежуточного продукта и находится в плавильной печи в расплавленном состоянии.

Например, металлическое железо, находящееся в плавильной печи в расплавленном состоянии, расположено в нижней части плавильной печи из-за фазового разделения, вызываемого отличием в удельной плотности от шлака. В данном случае металлическое железо в расплавленном состоянии может быть выпущено через выпускной канал в нижней части плавильной печи. Кроме того, металлическое железо, выпускаемое из плавильной печи, может быть извлечено в виде слитка в виде прямоугольного параллелепипеда, имеющего размеры 50 см × 20 см × 5 см, посредством процесса литья. Содержание углерода в металлическом железе, выпускаемом из плавильной печи, может составлять от 0,5% до 2,5%, и металлическое железо может представлять собой чугун. Кроме того, содержание железа в металлическом железе, извлеченном в процессе S310 извлечения металлического железа, может составлять от 90% до 97%.

**[0056]** В процессе S320 извлечения ценных металлов извлекают ценные металлы, образующиеся в виде пыли в процессе S200 обработки промежуточного продукта. Например, в процессе S320 извлечения ценных металлов ценные металлы могут быть извлечены посредством процесса с использованием рукавного фильтра. Кроме того, ценные металлы могут включать одно или более из цинка (Zn), свинца (Pb) и серебра (Ag).

**[0057]** В процессе S330 извлечения шлака извлекают шлак, находящийся в плавильной печи. Например, шлак в плавильной печи расположен над металлическим железом из-за фазового разделения, вызываемого отличием в удельной плотности от металлического железа. Когда металлическое железо выпускается в ходе процесса S310 извлечения металлического железа, шлак может быть выпущен из плавильной печи через выпускной канал. Часть шлака, извлеченного в процессе S330 извлечения шлака, может быть переработана в качестве сырьевого материала для цемента или т. п.

**[0058]** Далее в данном документе будут описаны содержание и степень извлечения металлического железа и ценных металлов, извлекаемых согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения. В этом варианте осуществления четыре разных промежуточных продукта загружали в плавильную печь следующим образом. Содержание (в вес. %) соответствующих компонентов загружаемых промежуточных продуктов приведено в таблице 1 ниже.

[0059] [Таблица 1]

	Общее содержание железа	Металлическое железо	Цинк	Свинец	Серебро	Сера	Хром	CaO	SiO <sub>2</sub>
Продукт А	38,1	16,0	4,52	0,1088	0,0082	0,97	0,52	5,01	8,61
Продукт В	70,7	49,5	0,41	0,0013	0,0014	0,27	0,02	10,99	7,22
Продукт С	68,2	35,7	0,95	0,0022	0,0016	0,40	0,03	8,96	5,39
Продукт D	60,8	38,5	1,65	0,1231	0,0046	0,71	0,11	11,22	7,52

[0060] Пример 1

[0061] В примере 1 после загрузки 1 тонны промежуточного продукта А в плавильную печь в качестве восстанавливающего средства добавляли уголь. Уголь смешивали в эквивалентном соотношении 2,5:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте А. В данном случае основность шлака составляла 0,6. Содержание (в вес. %) и степень извлечения (в %) полученного металлического железа, шлака и пыли согласно примеру 1 показаны в таблице 2 ниже.

[0062] [Таблица 2]

	Железо		Цинк		Свинец	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	91,07	98,00	0,02	-	0,0001	-
Шлак	0,87	-	0,04	-	0,0012	-
Пыль	4,01	-	45,90	98,65	1,11	99,49
	Серебро		Сера		Хром	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	0,0044	-	1,53	-	0,75	-
Шлак	0,0034	-	0,64	-	0,46	-
Пыль	0,05	60,42	0,63	-	0,16	-

[0063] В примере 1 степень извлечения железа, извлеченного в виде металлического железа, составляла 98,00%, и степень извлечения цинка и свинца, извлеченных в виде пыли, составляла 98,65% и 99,49% соответственно.

**[0064] Пример 2**

**[0065]** В примере 2 после загрузки 1 тонны промежуточного продукта А в плавильную печь в качестве восстанавливающего средства добавляли уголь. Уголь смешивали в эквивалентном соотношении 2,5:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте А. Кроме того, 20 кг известняка загружали в плавильную печь так, что основность шлака составляла 0,8. Содержание (в вес. %) и степень извлечения (в %) полученного металлического железа, шлака и пыли согласно примеру 2 показаны в таблице 3 ниже.

**[0066] [Таблица 3]**

	Железо		Цинк		Свинец	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	90,60	98,18	0,03	-	0,0001	-
Шлак	0,40	-	0,04	-	0,0024	-
Пыль	4,32	-	41,20	98,96	0,99	99,04
	Серебро		Сера		Хром	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	0,0038	-	0,38	-	0,83	-
Шлак	0,0041	-	1,81	-	0,36	-
Пыль	0,05	60,91	0,56	-	0,19	-

**[0067]** В примере 2 степень извлечения железа, извлеченного в виде металлического железа, составляла 98,18%, и степень извлечения цинка и свинца, извлеченных в виде пыли, составляла 98,96% и 99,04% соответственно.

**[0068] Пример 3**

**[0069]** В примере 3 после загрузки 1 тонны промежуточного продукта В в плавильную печь в качестве восстанавливающего средства добавляли уголь. Уголь смешивали в эквивалентном соотношении 2,5:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте В. Кроме того, 111 кг кремнезема загружали в плавильную печь так, что основность шлака составляла 0,6. Содержание (в вес. %) и степень извлечения (в %) полученного металлического железа, шлака и пыли согласно примеру 3 показаны в таблице 4 ниже.

[0070] [Таблица 4]

	Железо		Цинк		Свинец	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	96,55	98,23	0,01	-	0,0000	-
Шлак	2,88	-	0,00	-	0,0001	-
Пыль	11,96	-	12,68	97,86	0,04	97,12
	Серебро		Сера		Хром	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	0,0005	-	0,29	-	0,0290	-
Шлак	0,0001	-	0,05	-	0,0014	-
Пыль	0,03	72,15	1,34	-	0,0038	-

[0071] В примере 3 степень извлечения железа, извлеченного в виде металлического железа, составляла 98,23%, и степень извлечения цинка и свинца, извлеченных в виде пыли, составляла 97,86% и 97,12% соответственно.

[0072] Пример 4

[0073] В примере 4 после загрузки 1 тонны промежуточного продукта С в плавильную печь в качестве восстанавливающего средства добавляли уголь. Уголь смешивали в эквивалентном соотношении 2,5:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте С. Кроме того, 92 кг кремнезема загружали в плавильную печь так, что основность шлака составляла 0,6. Содержание (в вес. %) и степень извлечения (в %) полученного металлического железа, шлака и пыли согласно примеру 4 показаны в таблице 5 ниже.

[0074] [Таблица 5]

	Железо		Цинк		Свинец	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	96,45	98,21	0,01	-	0,0000	-
Шлак	3,33	-	0,00	-	0,0001	-
Пыль	10,79	-	25,81	99,33	0,06	98,56
	Серебро		Сера		Хром	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения



Металлическое железо	0,0007	-	0,43	-	0,0410	-
Шлак	0,0002	-	0,14	-	0,0048	-
Пыль	0,03	66,54	1,68	-	0,0068	-

[0075] В примере 4 степень извлечения железа, извлеченного в виде металлического железа, составляла 98,21%, и степень извлечения цинка и свинца, извлеченных в виде пыли, составляла 99,33% и 98,56% соответственно.

[0076] **Пример 5**

[0077] В примере 5 после загрузки 1 тонны промежуточного продукта D в плавильную печь в качестве восстанавливающего средства добавляли уголь. Уголь смешивали в эквивалентном соотношении 2,5:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте D. Кроме того, 150 кг кремнезема загружали в плавильную печь так, что основность шлака составляла 0,6. Содержание (в вес. %) и степень извлечения (в %) полученного металлического железа, шлака и пыли согласно примеру 5 показаны в таблице 6 ниже.

[0078] [Таблица 6]

	Железо		Цинк		Свинец	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	95,01	98,41	0,03	-	0,0001	-
Шлак	0,75	-	0,01	-	0,0007	-
Пыль	4,94	-	26,31	98,21	1,99	99,70
	Серебро		Сера		Хром	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	0,0022	-	0,66	-	0,15	-
Шлак	0,0008	-	0,46	-	0,04	-
Пыль	0,05	61,71	1,56	-	0,04	-

[0079] В примере 5 степень извлечения железа, извлеченного в виде металлического железа, составляла 98,41%, и степень извлечения цинка и свинца, извлеченных в виде пыли, составляла 98,21% и 99,70% соответственно. Промежуточные продукты B, C и D, используемые в примерах 3–5, имеют более высокое содержание железа, чем промежуточный продукт A, используемый в примерах 1 и 2. Содержание металлического железа, полученного согласно

примерам 3–5, выше, чем содержание металлического железа, полученного согласно примерам 1 и 2. Кроме того, во всех примерах 1–5 степень извлечения железа, извлеченного в виде металлического железа, составляла 98% или более, и степень извлечения цинка и свинца, извлеченных в виде пыли, составляла 97% или более.

**[0080]** Как описано выше, согласно вариантам осуществления настоящего изобретения возможно получить металлическое железо, имеющее содержание 90% или более, тем самым повышая степень извлечения металлического железа. Кроме того, возможна переработка ценных металлов путем повышения степени извлечения ценных металлов, таких как цинк и свинец. В данном случае возможно уменьшить количество железа и ценных металлов, подлежащих захоронению в землю, и снизить затраты на захоронение в землю. Кроме того, возможно уменьшить количество образующегося шлака путем увеличения количества извлекаемого железа и ценных металлов и снизить затраты путем сведения к минимуму количества шлака, подлежащего обработке.

**[0081] Пример 6**

**[0082]** В примере 6 после загрузки 1 тонны промежуточного продукта А в плавильную печь в качестве восстанавливающего средства добавляли уголь. Уголь смешивали в эквивалентном соотношении 2,1:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте А. Кроме того, 20 кг известняка загружали в плавильную печь так, что основность шлака составляла 0,8. Содержание (в вес. %) и степень извлечения (в %) полученного металлического железа, шлака и пыли согласно примеру 6 показаны в таблице 7 ниже.

**[0083] [Таблица 7]**

	Железо		Цинк		Свинец	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	90,20	96,73	0,04	-	0,0002	-
Шлак	1,20	-	0,04	-	0,0017	-
Пыль	4,92	-	43,80	99,67	1,05	99,27
	Серебро		Сера		Хром	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения

Металлическое железо	0,0025	-	0,34	-	0,92	-
Шлак	0,0039	-	1,79	-	0,28	-
Пыль	0,05	65,23	0,78	-	0,23	-

[0084] В примере 6 степень извлечения железа, извлеченного в виде металлического железа, составляла 96,73%, и степень извлечения цинка и свинца, извлеченных в виде пыли, составляла 99,67% и 99,27% соответственно.

[0085] Пример 7

[0086] В примере 7 после загрузки 1 тонны промежуточного продукта А в плавильную печь в качестве восстанавливающего средства добавляли уголь. Уголь смешивали в эквивалентном соотношении 1,7:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте А. Кроме того, 20 кг известняка загружали в плавильную печь так, что основность шлака составляла 0,8. Содержание (в вес. %) и степень извлечения (в %) полученного металлического железа, шлака и пыли согласно примеру 7 показаны в таблице 8 ниже.

[0087] [Таблица 8]

	Железо		Цинк		Свинец	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	90,80	96,01	0,02	-	0,0001	-
Шлак	1,13	-	0,03	-	0,0012	-
Пыль	4,73	-	44,60	98,67	1,08	99,49
	Серебро		Сера		Хром	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	0,0024	-	0,35	-	0,87	-
Шлак	0,0050	-	1,81	-	0,34	-
Пыль	0,05	62,20	0,71	-	0,21	-

[0088] В примере 7 степень извлечения железа, извлеченного в виде металлического железа, составляла 96,01%, и степень извлечения цинка и свинца, извлеченных в виде пыли, составляла 98,67% и 99,49% соответственно.

[0089] Пример 8

**[0090]** В примере 8 после загрузки 1 тонны промежуточного продукта А в плавильную печь в качестве восстанавливающего средства добавляли уголь. Уголь смешивали в эквивалентном соотношении 3,1:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте А. Кроме того, 20 кг известняка загружали в плавильную печь так, что основность шлака составляла 0,8. Содержание (в вес. %) и степень извлечения (в %) полученного металлического железа, шлака и пыли согласно примеру 8 показаны в таблице 9 ниже.

**[0091]** [Таблица 9]

	Железо		Цинк		Свинец	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	90,45	95,64	0,08	-	0,0002	-
Шлак	2,83	-	0,09	-	0,0018	-
Пыль	4,16	-	42,10	98,46	1,02	99,20
	Серебро		Сера		Хром	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	0,0027	-	0,47	-	0,88	-
Шлак	0,0041	-	1,74	-	0,34	-
Пыль	0,05	65,23	0,36	-	0,21	-

**[0092]** В примере 8 степень извлечения железа, извлеченного в виде металлического железа, составляла 95,64%, и степень извлечения цинка и свинца, извлеченных в виде пыли, составляла 98,46% и 99,20% соответственно.

**[0093]** Сравнительный пример 1

**[0094]** В сравнительном примере 1 после загрузки 1 тонны промежуточного продукта А в плавильную печь в качестве восстанавливающего средства добавляли уголь. Уголь смешивали в эквивалентном соотношении 1,3:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте А. Кроме того, 20 кг известняка загружали в плавильную печь так, что основность шлака составляла 0,8. Содержание (в вес. %) и степень извлечения (в %) полученного металлического железа, шлака и пыли согласно сравнительному примеру 1 показаны в таблице 10 ниже.

[0095] [Таблица 10]

	Железо		Цинк		Свинец	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	90,11	85,48	0,08	-	0,0001	-
Шлак	11,36	-	0,08	-	0,0069	-
Пыль	3,38	-	36,18	98,33	0,386	97,11
	Серебро		Сера		Хром	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	0,0025	-	0,85	-	0,45	-
Шлак	0,0058	-	1,35	-	0,79	-
Пыль	0,04	57,08	0,46	-	0,202	-

[0096] В сравнительном примере 1 степень извлечения железа, извлеченного в виде металлического железа, составляла 85,48%, и степень извлечения цинка и свинца, извлеченных в виде пыли, составляла 98,33% и 97,11% соответственно.

[0097] Сравнительный пример 2

[0098] В сравнительном примере 2 после загрузки 1 тонны промежуточного продукта А в плавильную печь в качестве восстанавливающего средства добавляли уголь. Уголь смешивали в эквивалентном соотношении 4,6:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте А. Кроме того, 20 кг известняка загружали в плавильную печь так, что основность шлака составляла 0,8. Содержание (в вес. %) и степень извлечения (в %) полученного металлического железа, шлака и пыли согласно сравнительному примеру 2 показаны в таблице 11 ниже.

[0099] [Таблица 11]

	Железо		Цинк		Свинец	
	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	88,91	89,68	0,09	-	0,0002	-
Шлак	8,12	-	0,08	-	0,0016	-
Пыль	2,77	-	40,43	98,39	0,98	99,23
Серебро		Сера		Хром		

	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения	Содержание	Степень извлечения
Металлическое железо	0,0038	-	0,51	-	1,12	-
Шлак	0,0032	-	1,62	-	0,15	-
Пыль	0,05	64,86	0,51	-	0,22	-

**[0100]** В сравнительном примере 2 степень извлечения железа, извлеченного в виде металлического железа, составляла 89,68%, и степень извлечения цинка и свинца, извлеченных в виде пыли, составляла 98,39% и 99,23% соответственно. Если сравнить сравнительные примеры 1 и 2 с примерами 6–8, то можно увидеть, что степень извлечения металлического железа быстро уменьшается, когда восстанавливающее средство загружают в плавильную печь в эквивалентном соотношении за пределами диапазона от 1,7:1 до 3,1:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте. Другими словами, когда восстанавливающее средство загружают в плавильную печь в эквивалентном соотношении от 1,7:1 до 3,1:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте, возможно повысить степень извлечения железа. Кроме того, возможно предотвратить увеличение затрат, обуславливаемых чрезмерной загрузкой восстанавливающего средства.

**[0101]** Хотя варианты осуществления настоящего изобретения описаны со ссылкой на прилагаемые графические материалы, специалисту в области техники, к которой относится настоящее изобретение, будет понятно, что варианты осуществления могут быть реализованы в других конкретных формах без изменения технической сущности или существенных признаков настоящего изобретения.

**[0102]** Следовательно, следует понимать, что варианты осуществления, описанные выше, являются иллюстративными, а не ограничивающими, во всех отношениях. Объем настоящего изобретения определяется формулой изобретения, а не подробным описанием. Следует понимать, что все изменения или модифицированные формы, вытекающие из смысла и объема формулы изобретения и ее эквивалентных концепций, входят в объем настоящего изобретения.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ извлечения железа и ценных металлов из пыли электродуговой печи, включающий:

процесс обработки пыли электродуговой печи, заключающийся в обработке пыли электродуговой печи с получением промежуточного продукта, содержащего железо;

процесс обработки промежуточного продукта, заключающийся в нагревании промежуточного продукта до предварительно заданного температурного диапазона таким образом, чтобы обеспечить плавление и восстановление промежуточного продукта, загруженного в плавильную печь; и

процесс извлечения, заключающийся в извлечении металлического железа, полученного путем восстановления из промежуточного продукта и находящегося в плавильной печи в расплавленном состоянии, и извлечении ценных металлов, образующихся в виде пыли в процессе обработки промежуточного продукта,

при этом процесс обработки промежуточного продукта включает процесс загрузки восстанавливающего средства, заключающийся в загрузке восстанавливающего средства, содержащего углерод, в плавильную печь с увеличением количества металлического железа, восстанавливаемого из промежуточного продукта, и

восстанавливающее средство загружают в плавильную печь в эквивалентном соотношении от 1,7:1 до 3,1:1 по отношению к оксиду железа, содержащемуся в промежуточном продукте.

2. Способ по п. 1, где восстанавливающее средство характеризуется диаметром от 5 мм до 20 мм.

3. Способ по п. 1, где процесс обработки промежуточного продукта включает процесс загрузки флюса, заключающийся в загрузке флюса в плавильную печь для регулирования основности ( $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ ) шлака, образующегося в процессе обработки промежуточного продукта, и

при этом флюс загружают в плавильную печь так, что основность шлака составляет от 0,4 до

1,5.

4. Способ по п. 3, где флюс содержит по меньшей мере одно из известняка, кремнезема и доломита.

5. Способ по п. 1, где процесс извлечения включает процесс извлечения металлического железа, заключающийся в выпуске металлического железа, находящегося в плавильной печи в расплавленном состоянии, из плавильной печи и извлечение выпускаемого металлического железа в виде слитка посредством литья.

6. Способ по п. 1, где процесс извлечения включает процесс извлечения ценных металлов, заключающийся в извлечении ценных металлов посредством процесса с использованием рукавного фильтра.

7. Способ по п. 1, где содержание железа в металлическом железе, извлеченном в процессе извлечения, находится в диапазоне от 90% до 97%.

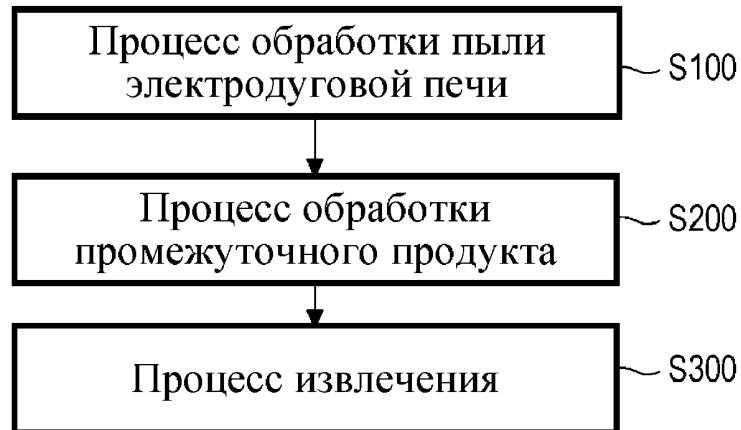
8. Способ по п. 1, где предварительно заданная температура в процессе обработки промежуточного продукта находится в диапазоне от 1450°C до 1650°C.

9. Способ по п. 1, где плавильная печь представляет собой одно из SAF (печи с погруженной дугой), ACEAF (электронной дуговой печи переменного тока) и DCEAF (электронной дуговой печи постоянного тока).

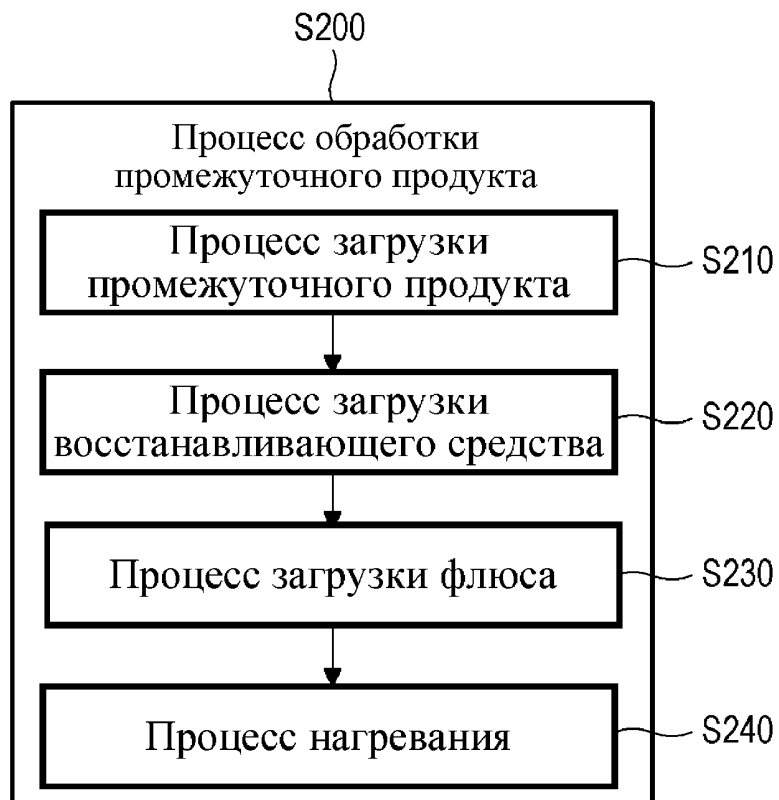
10. Способ по п. 1, где в процессе обработки пыли электродуговой печи пыль электродуговой печи обрабатывают с получением необработанного оксида цинка и промежуточного продукта.



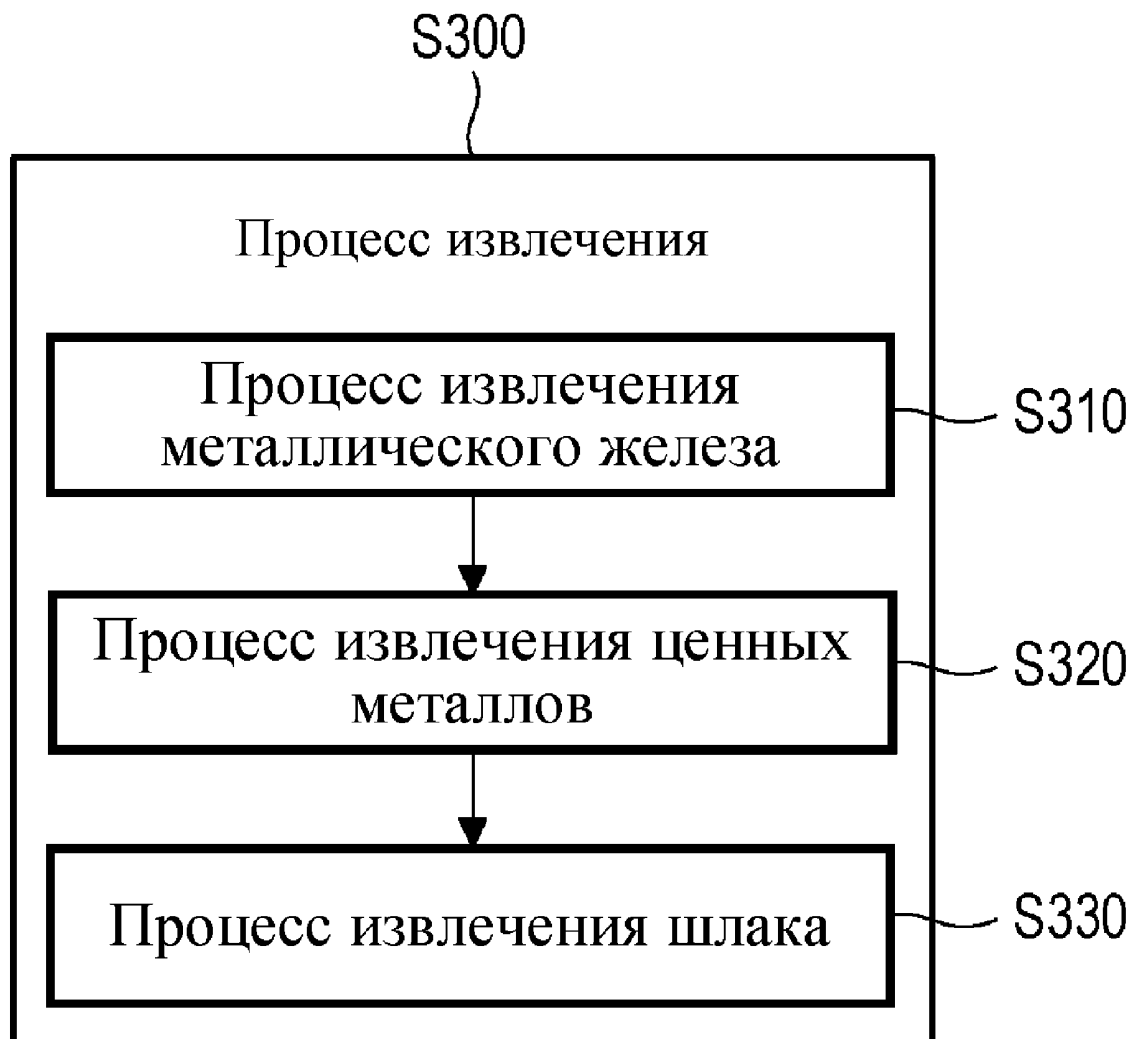
Фиг. 1



Фиг. 2



## Фиг. 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2023/006347

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
C21B 5/00(2006.01)i; C21B 13/12(2006.01)i; C22B 7/02(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C21B 5/00(2006.01); C21B 11/06(2006.01); C21B 13/08(2006.01); C21B 13/10(2006.01); C22B 1/248(2006.01); C22B 19/00(2006.01); C22B 19/30(2006.01); C22B 5/10(2006.01); C22B 7/00(2006.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 제강분진(steel making dust), 유가금속(valuable metal), 회수(recover), 용융환원 (smelting reduction), 환원제(reducing agent)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-126732 A (SUMITOMO METAL IND., LTD.) 19 May 2005 (2005-05-19) See paragraphs [0011]-[0012], [0014]-[0016], [0018], [0025] and [0034].	1-10
Y	KR 10-1493965 B1 (LEE, Kye Ahn et al.) 02 March 2015 (2015-03-02) See paragraphs [0016]-[0017], [0064], [0076]-[0077] and [0089] and claim 8.	1-10
Y	JP 2009-256741 A (JFE STEEL CORP.) 05 November 2009 (2009-11-05) See paragraphs [0014]-[0015], [0020], [0029] and [0054]-[0055].	1-10
A	JP 2013-159797 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORP. et al.) 19 August 2013 (2013-08-19) See paragraphs [0001], [0024], [0028] and [0029].	1-10
A	KR 10-1493968 B1 (LEE, Kye Ahn et al.) 02 March 2015 (2015-03-02) See paragraph [0060] and claim 9.	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>04 October 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>04 October 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/KR <b>Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208</b> Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/KR2023/006347**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2005-126732	A	19 May 2005	None			
KR	10-1493965	B1	02 March 2015	None			
JP	2009-256741	A	05 November 2009	None			
JP	2013-159797	A	19 August 2013	JP	5770118	B2	26 August 2015
KR	10-1493968	B1	02 March 2015	None			