



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 122103

(13) C2

(51) МПК

C21B 13/10 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

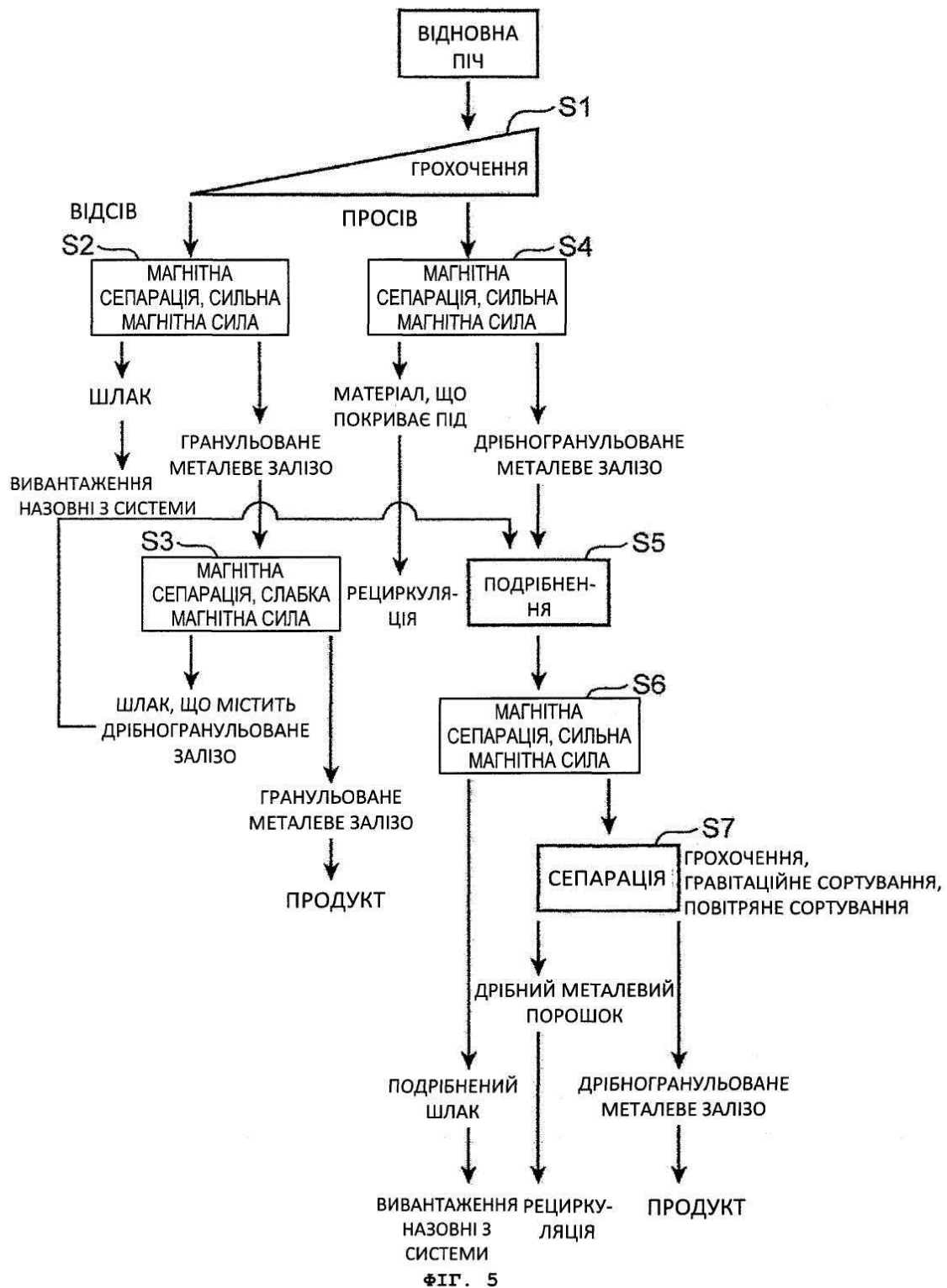
**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки:	<b>а 2019 02010</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и):	<b>Уємура Томокі (JP), Токуда Кодзі (JP)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки:	<b>07.07.2017</b>	<b>(73)</b> Власник(и):	<b>КАБУСІКІ КАЙСЯ КОБЕ СЕЙКО СЕ (КОБЕ СТІЛ, ЛТД.), 2-4, Wakinohama-Kaigandori 2-chome, Chuo- ku, Kobe-shi, Hyogo 6518585, Japan (JP)</b>
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід:	<b>11.09.2020</b>	<b>(74)</b> Представник:	<b>Кузьменко Сергій Юрійович, реєстр. №283</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>2016-151089</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	<b>UA 50238 U, 25.05.2010 UA 62869 A, 15.12.2003 UA 8131 U, 15.07.2005 WO 2014021473 A1, 06.02.2014 JP 2016014184 A, 28.01.2016 WO 9951783 A1, 14.10.1999 JP H0741874 A, 10.02.1995</b>
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>01.08.2016</b>		
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	<b>JP</b>		
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку:	<b>25.04.2019, Бюл.№ 8</b>		
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>10.09.2020, Бюл.№ 17</b>		
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>РСТ/JP2017/025017, 07.07.2017</b>		

**(54) СПОСІБ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВІДНОВЛЕНОГО ЗАЛІЗА****(57) Реферат:**

Запропоновано спосіб виробництва відновленого заліза, придатний для відділення високочистого металевого заліза з високою ефективністю і зменшення навантаження на дробильне обладнання. Спосіб включає: етап відновлення з отриманням відновленого заліза шляхом нагрівання агломерату, що містить оксид заліза і вуглецевий відновник, в нагрівальній печі (1) для відновлення оксиду заліза, і затвердінням продукту, отриманого шляхом плавлення відновленого заліза; перший етап магнітної сепарації з відокремленням, з гранульованого металевого заліза, першого шлаку і другого шлаку, що містить більше дрібногранульованого металевого заліза, ніж перший шлак, які містяться в продукті, принаймні гранульованого металевого заліза від першого шлаку шляхом використання першого магнітного сепаратора (11) для відокремлення матеріалу, що містить перший шлак, від матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, одного від одного; другий етап магнітної сепарації з відокремленням другого шлаку від матеріалу, що містить перший шлак, або матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, шляхом використання другого магнітного сепаратора (12), який має силу притягання, відмінну від сили притягання першого магнітного сепаратора (11); і етап дроблення (етап S5) з дробленням другого шлаку.

UA 122103 C2



Галузь винаходу

[0001] Даний винахід належить до способу виробництва відновленого заліза та пристрою виробництва відновленого заліза.

Рівень техніки

5 [0002] Загальновідомим є спосіб для виробництва відновленого заліза шляхом відновлення оксиду заліза в процесі теплового плавлення агломерату, що містить матеріал, який містить оксид заліза, і вуглецевий відновник, у нагрівальній печі. У такому способі були запропоновані різні методи для ефективного відділення відновленого заліза (тобто металевого заліза, що є продуктом) з вивантаженого матеріалу, який вивантажується з нагрівальної печі.

10 [0003] Наприклад, у патентному джерелі 1 запропоновано метод, в якому відокремлюється гранульоване металеве залізо, що міститься у вивантаженому матеріалі, що вивантажується з нагрівальної печі, від шлаку за допомогою магнітного сепаратора, з метою відділення гранульованого металевого заліза, як продукту, з вивантаженого матеріалу.

15 [0004] Крім того, в патентному джерелі 2 запропоновано, як ще один традиційний метод розділення і відділення металевого заліза, метод, що включає пропускання вивантаженого матеріалу, що вивантажується з нагрівальної печі, через грохот, дроблення всього вивантаженого на грохот матеріалу з використанням дробарки і сортування подрібненого матеріалу, отриманого шляхом дроблення, з використанням сепаратора, такого як магнітний сепаратор, з метою відділення металевого заліза, як продукту.

20 [0005] Однак у способі виробництва, описаному в патентному джерелі 1, коли внаслідок несприятливих умов виробництва відновленого заліза утворюється велика кількість гранульованого металевого заліза з нанесеним шлаком або шлаку, що містить дрібногранульоване металеве залізо, вміст шлаку, змішаного в групу металевого заліза, відділеного магнітним сепаратором, збільшується. Це ускладнює розділення і відділення високочистого гранульованого металевого заліза. Таким чином, наявність шлаку з дрібногранульованим металевим залізом (тобто, шлаку, що містить дрібногранульоване залізо), в традиційній галузі виробництва відновленого заліза до уваги не береться.

25 [0006] У способі виробництва, описаному в патентному джерелі 2, увесь вивантажений матеріал, що вивантажується з нагрівальної печі, дробиться за допомогою дробарки. Таким чином, гранульоване металеве залізо, яке не містить ніяких домішок і може вже поставлятися в якості продукту, у вивантаженому матеріалі також марно дробиться. Крім того, гранульоване металеве залізо є твердішим, ніж інший матеріал (наприклад, шлак) у вивантажуваному матеріалі. Таким чином, гранульоване металеве залізо важко дробити і дроблення гранульованого металевого заліза накладає велике навантаження на обладнання, таке як дробарка.

Список цитувань

Патентна література:

[0007] Патентне джерело 1: JP 10-147806 A

Патентне джерело 2: JP 2014-43646 A

40 Суть винаходу

[0008] Завданням цього винаходу є створення способу виробництва відновленого заліза і пристрою для виробництва відновленого заліза, які здатні відділити високочисте металеве залізо з високою ефективністю і зменшити навантаження на обладнання для дроблення.

45 [0009] З метою відділення високочистого металевого заліза з високою ефективністю і зменшення навантаження обладнання, яке виконує дроблення, винахідники цього винаходу зосередили увагу на наявності шлаку з дрібногранульованим металевим залізом, тобто шлаку, що містить дрібногранульоване залізо. Зокрема, автори винаходу задумали відділення не тільки гранульованого металевого заліза, але й шлаку, що містить дрібногранульоване залізо, в якому міститься велика кількість дрібногранульованого заліза, окремо від гранульованого металевого заліза шляхом проведення двостадійного сортування. Таким чином, одночасно можна досягти як ефективного відділення високочистого металевого заліза, так і зменшення навантаження на дробильне обладнання шляхом відділення дрібногранульованого металевого заліза з подрібненого шлаку, що містить дрібногранульоване залізо.

50 [0010] Спосіб виробництва відновленого заліза включає: етап відновлення з отриманням відновленого заліза шляхом нагрівання агломерату, що містить оксид заліза і вуглецевий відновник, в нагрівальній печі для відновлення оксиду заліза, отриманням продукту, що містить гранульоване металеве залізо, перший шлак, і другий шлак, що містить більше дрібногранульованого металевого заліза, ніж перший шлак, шляхом плавлення відновленого заліза, і потім затвердінням продукту; перший етап магнітної сепарації з відокремленням, з гранульованого металевого заліза і другого шлаку, що містяться в продукті, щонайменше

гранульованого металевго заліза від першого шлаку шляхом використання першого магнітного сепаратора для відокремлення матеріалу, що містить перший шлак, від матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, одного від одного; другий етап магнітної сепарації з відокремленням другого шлаку від матеріалу, що містить другий шлак, з матеріалу, що містить перший шлак, і матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, які були відокремлені одного від одного на першій стадії магнітної сепарації, за допомогою другого магнітного сепаратора, що має силу притягання, відмінну від сили притягання першого магнітного сепаратора; і етап дроблення з дробленням другого шлаку.

[0011] Крім того, пристрій для виробництва відновленого заліза, що забезпечується цим винаходом, включає в себе: нагрівальну піч для отримання відновленого заліза шляхом нагрівання агломерату, що містить оксид заліза і вуглецевий відновник, для зменшення оксиду заліза, отримання продукту, що містить гранульоване металеве залізо, перший шлак і другий шлак, що містить більше дрібногранульованого металевго заліза, ніж перший шлак, шляхом плавлення відновленого заліза, і потім затвердіння продукту; перший магнітний сепаратор, який відокремлює, з гранульованого металевго заліза і другого шлаку, що містяться в продукті, щонайменше гранульованого металевго заліза від першого шлаку для відокремлення матеріалу, що містить перший шлак, від матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, одного від одного; другий магнітний сепаратор, який розташований далі по ходу від першого магнітного сепаратора і відокремлює другий шлак від матеріалу, що містить другий шлак, з матеріалу, що містить перший шлак, і матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, які були відокремлені одного від одного на першій стадії магнітної сепарації, за допомогою другого магнітного сепаратора, що має силу притягання, відмінну від сили притягання першого магнітного сепаратора; і дробильну установку для дроблення принаймні другого шлаку.

Короткий опис винаходу

[0012] Фіг. 1 - розріз, який схематично описує структуру шлаку, що містить дрібногранульоване залізо, в якому міститься дрібногранульоване металеве залізо.

Фіг. 2А - схема, що ілюструє ознаки і схематичне зображення для представлення гранульованого металевго заліза, шлаку та шлаків, що містять дрібногранульоване залізо, які містяться в продукті, одержуваному в способі виробництва відновленого заліза за даним винаходом.

Фіг. 2В - схема, що ілюструє двостадійне сортування, при якому відокремлюється гранульоване металеве залізо, шлак, що містить дрібногранульоване залізо, з великим вмістом дрібногранульованого заліза та група з шлаку та шлаку, що містить дрібногранульоване залізо, з малим вмістом дрібногранульованого заліза, яка вивантажується назовні системи, за допомогою першого магнітного сепаратора, що має сильну магнітну силу, і другого магнітного сепаратора, що має слабку магнітну силу.

Фіг. 3 - схема, що ілюструє пристрій для виробництва відновленого заліза згідно з варіантом здійснення цього винаходу.

Фіг. 4 - розріз пояснювальної схеми, що ілюструє барабанний магнітний сепаратор, який використовується як кожен з першого магнітного сепаратора і другого магнітного сепаратора на фіг. 3.

Фіг. 5 - технологічна схема, що ілюструє спосіб виробництва відновленого заліза згідно з варіантом здійснення.

Фіг. 6 - технологічна схема, що ілюструє спосіб виробництва відновленого заліза згідно з першим модифікованим варіантом.

Фіг. 7 - схема, що ілюструє спосіб виробництва відновленого заліза згідно з другим модифікованим варіантом і концептуально ілюструє двостадійне сортування, при якому відокремлюється гранульоване металеве залізо, шлак, що містить дрібногранульоване залізо, з великим вмістом дрібногранульованого заліза та група з шлаку та шлаку, що містить дрібногранульоване залізо, з малим вмістом дрібногранульованого заліза, яка вивантажується назовні системи, за допомогою першого магнітного сепаратора, що має слабку магнітну силу, і другого магнітного сепаратора, що має сильну магнітну силу.

Фіг. 8 - технологічна схема, що ілюструє спосіб виробництва відновленого заліза згідно з третім модифікованим варіантом.

Фіг. 9 - технологічна схема, що ілюструє спосіб виробництва відновленого заліза згідно з четвертим модифікованим варіантом.

Опис варіантів втілення винаходу

[0013] Нижче більш докладно буде описаний варіант здійснення способу виробництва відновленого заліза і пристрій для виробництва відновленого заліза згідно з цим винаходом з посиланням на креслення. Перед описом варіанту здійснення буде описано головну концепцію

цього винаходу і шлак, що містить дрібногранульоване залізо, який є важливим елементом у цій концепції.

[0014] Як описано вище, спосіб виробництва відновленого заліза згідно з цим винаходом являє собою спосіб для виробництва відновленого заліза тепловим плавленням агломерату, який отримують шляхом агломерації суміші матеріалу, що містить оксид заліза, і вуглецевого відновника, для відновлення оксиду заліза. Спосіб виробництва відновленого заліза характеризується тим, що проводять двостадійне сортування продукту, який отримують в процесі теплового плавлення агломерату у відновній печі (нагрівальній печі). Сортування дозволяє розділити перший шлак і другий шлак (описані нижче) від гранульованого металевого заліза з високою ефективністю сепарації. Відповідно, можливо відділити високочисте металеве залізо з високою ефективністю. Крім того, сортування також дає можливість зменшити навантаження на дробарку шляхом подачі першого шлаку чи другого шлаку до дробарки без відділеного гранульованого заліза.

[0015] Гранульоване металеве залізо, описане в даному винаході, являє собою гранульований матеріал (так звані окатиші) металевого заліза (тобто високочистого заліза), який отримують при виробництві відновленого заліза шляхом нагрівання агломерату для відновлення оксиду заліза, що міститься в агломераті, і затвердіння відновленого заліза після його розплавлення.

[0016] Шлак, що містить дрібногранульоване залізо, описаний вище, включає дрібногранульоване металеве залізо 102 і шлак 103, який містить дрібногранульоване металеве залізо 102 в ньому, наприклад, подібно шлаку 101, що містить дрібногранульоване залізо, показане на фіг. 1. Дрібногранульоване металеве залізо 102 являє собою дрібне зерно металевого заліза і міститься в шлаці 103, не відокремлюючись від нього. Шлак 103 є вторинним продуктом металевого заліза і містить оксид кальцію, оксид кремнію, оксид магнію і оксид алюмінію. Спосіб виробництва відновленого заліза, описаний вище, заснований на фокусуванні на шлаці, що містить дрібногранульоване залізо, 101, описаному вище, і дозволяє ефективно відділити дрібногранульоване металеве залізо 102 від шлаку, що містить дрібногранульоване залізо, 101, який містить велику кількість дрібногранульованого металевого заліза 102.

[0017] Фіг. 2A ілюструє ознаки та схематичне зображення для представлення гранульованого металевого заліза, шлаку та шлаків, що містять дрібногранульоване залізо, які містяться в продукті, отриманому на етапі відновлення в способі виробництва відновленого заліза. Продукт, отриманий вищевказаним тепловим плавленням, класифікують на чотири види, показані на фіг. 2A: гранульоване металеве залізо F, шлак S та два види шлаків, що містять дрібногранульоване залізо, FS1, FS2. Шлаки, що містять дрібногранульоване залізо, FS1, FS2 містять дрібногранульоване металеве залізо. Шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 містить більше дрібногранульованого металевого заліза, чим шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS1. Наприклад, вагова доля дрібногранульованого металевого заліза у шлаці, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 складає 3-15 %, наприклад, приблизно 7 %, а вагова доля дрібногранульованого металевого заліза у шлаці, що містить дрібногранульоване залізо, FS1 складає менше, ніж приблизно 3 %. З іншого боку, шлак S не містить дрібногранульованого металевого заліза. Шлак S та шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS1 можуть бути вивантажені (наприклад, вилучені) з системи назовні і в цьому винаході відповідають першому шлаку. Шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 в цьому винаході відповідає другому шлаку.

[0018] Наприклад, як показано на фіг. 2B, можна розділити продукт на три групи, тобто гранульоване металеве залізо F, шлак S та шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS1 (перший шлак), а також шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 (другий шлак), шляхом проведення двостадійного сортування за допомогою магнітної сепарації продукту за допомогою першого магнітного сепаратора 11 і другого магнітного сепаратора 12, які мають різні сили притягання. У варіанті здійснення, показаному на фіг. 2B, перший магнітний сепаратор 11, що має сильну магнітну силу, використовується як магнітний сепаратор першої стадії. Її метою є відділення вмісту заліза з продуктів якомога швидше. Іншими словами, метою є відділення з продукту шлаку з малим вмістом заліза. Другий магнітний сепаратор 12, що має слабку магнітну силу, використовується в якості магнітного сепаратора другої стадії. Його метою є відокремлення ферромагнітного продукту у вигляді окатишів, який легко притягується навіть слабкою магнітною силою, від іншого шлаковмісного дрібногранульованого заліза, і відділення ферромагнітного продукту у вигляді окатишів від магнітопритягуваного матеріалу, відокремленого першим магнітним сепаратором 11, щоб підвищити чистоту гранульованого металевого заліза.

[0019] Перший магнітний сепаратор і другий магнітний сепаратор, які використовуються у цьому винаході, не обмежуються першим магнітним сепаратором 11, який має сильну магнітну силу, і другим магнітним сепаратором 12, який має слабку магнітну силу, як показано на фіг. 2В. Наприклад, може бути використаний перший магнітний сепаратор 11, що має слабку магнітну

силу, і другий магнітний сепаратор 12, що має сильну магнітну силу, як показано на фіг. 7.

[0020] Спосіб виробництва відновленого заліза концептуально проілюстрований на фіг. 2В і 7 включає: етап відновлення з отриманням відновленого заліза шляхом нагрівання агломерату, що містить оксид заліза і вуглецевий відновник, в нагрівальній печі для відновлення оксиду заліза, отриманням продукту, що містить гранульоване металеве залізо F, перший шлак (шлак S та шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS1), і другий шлак (шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2), який містить більше дрібногранульованого металевого заліза, ніж перший шлак, шляхом плавлення відновленого заліза, і потім затвердінням продукту; перший етап магнітної сепарації з відокремленням, з гранульованого металевого заліза F і другого шлаку (шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2), що містяться в продукті, щонайменше гранульованого металевого заліза F від першого шлаку шляхом використання першого магнітного сепаратора 11 для відокремлення матеріалу, що містить перший шлак, від матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо F, одного від одного; другий етап магнітної сепарації з відокремленням другого шлаку від матеріалу, що містить другий шлак, з матеріалу, що містить перший шлак, і матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, які були відокремлені одного від одного на першій стадії магнітної сепарації, за допомогою другого магнітного сепаратора 12, що має силу притягання, відмінну від сили притягання першого магнітного сепаратора 11; і етап дроблення з дробленням другого шлаку.

[0021] Фіг. 3 ілюструє приклад пристрою для виробництва відновленого заліза для здійснення способу виробництва відновленого заліза, описаного вище. Пристрій оснащений піччю з обертовим подом (RHF) 1, яка є відновною піччю, охолоджувач 2, який охолоджує вивантажений з RHF 1 матеріал, грохот 3, перший магнітний сепаратор 11 і другий магнітний сепаратор 12, які розділяють відсіяний продукт, вивантажений з RHF 1, магнітний сепаратор просіяного продукту 4, який розділяє просіяний вивантажений матеріал, допоміжний грохот 5, подрібнювач 6, магнітний сепаратор подрібненого продукту 7 і повітряний сепаратор 8, який розділяє групу, що включає дрібногранульоване металеве залізо, відділену за допомогою магнітного сепаратора подрібненого продукту 7, з використанням повітрям (повітряне сортування).

[0022] Конструкція першого магнітного сепаратора 11 і другого магнітного сепаратора 12 не обмежена будь-якою конструкцією. Кожен з першого магнітного сепаратора 11 і другого магнітного сепаратора 12 є, наприклад, переважно барабанним магнітним сепаратором, показаним на фіг. 4, причому барабанний магнітний сепаратор вигідний тим, що його сила притягання є змінною. Як показано на фіг. 4, перший магнітний сепаратор 11, який є барабанним магнітним сепаратором, включає барабан 11a, який має циліндричну зовнішню периферійну поверхню, обертовий вал 11b, який закріплений в центрі обертання барабана 11a, і приводний пристрій 11c, який обертає барабан 11a через обертовий вал 11b. На зовнішній периферійній поверхні барабана 11a генерується магнітна сила і продукт притягується до зовнішньої периферійної поверхні цієї магнітною силою. Другий магнітний сепаратор 12 має ту ж конфігурацію.

[0023] У кожному з першого магнітного сепаратора 11 і другого магнітного сепаратора 12, описаних вище, сила притягання, що діє на продукт на зовнішній периферійній поверхні барабана (барабан 11a в першому магнітному сепараторі 11), є результуючою силою магнітної сили, що діє на виріб всередину барабана в радіальному напрямку так, щоб притягувати виріб до зовнішньої периферійної поверхні барабана, і відцентрової сили, що діє на виріб назовні від барабана в радіальному напрямку при обертанні барабана. Таким чином, в кожному з першого магнітного сепаратора 11 і другого магнітного сепаратора 12 можна змінювати силу притягання, яка є силою для притягання продукту до зовнішньої периферійної поверхні барабана (барабан 11a в першому магнітному сепараторі 11), будь-яким чином шляхом зміни швидкості обертання барабана.

[0024] У кожному з першого магнітного сепаратора 11 і другого магнітного сепаратора 12 зовнішня периферійна поверхня барабана може бути покрита листом або лінійним елементом, що послаблює магнітну силу для зміни самої магнітної сили на зовнішній периферійній поверхні.

[0025] У першому магнітному сепараторі 11, який є барабанним магнітним сепаратором, вищезгаданий продукт (гранульоване металеве залізо F, шлак S і два види шлаків, що містять дрібногранульоване залізо, FS1, FS2) що залишається на грохоті 3, безперервно подається на

поверхню барабана 11а, який обертається. В цей час гранульоване металеве залізо F і дрібногранульоване металеве залізо, що міститься в шлаці, що містить дрібногранульоване залізо, FS2, з великою силою притягуються до барабана 11а силою притягання першого магнітного сепаратора 11. Таким чином, вищевказаний продукт сортують, тобто розділяють на матеріал з гранульованим металевим залізом, який включає шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 з великим вмістом дрібногранульованого металевого заліза і гранульоване металеве залізо F, та матеріал, що містить перший шлак, який включає шлак S і шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS1 з малим вмістом дрібногранульованого металевого заліза, причому матеріал, що містить перший шлак слабо притягується до барабана 11а. З цих матеріалів матеріал з гранульованим металевим залізом, який включає гранульоване металеве залізо F і шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 подається на другий магнітний сепаратор 12, а шлак S і шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS1 виводяться назовні з системи.

[0026] Спосіб виробництва відновленого заліза згідно з цим варіантом здійснення, наприклад, виконують в наступному порядку, проілюстрованому на технологічній схемі на фіг. 5.

[0027] Спочатку, у відновній печі виконують етап відновлення з отриманням відновленого заліза шляхом нагрівання агломерату, що містить оксид заліза і вуглецевий відновник, для відновлення оксиду заліза та затвердінням продукту, одержуваного плавленням відновленого заліза. Наприклад, в якості відновної печі, описаної вище, використовується піч з рухомим подом (відновна піч), така як піч з обертовим подом (RHF) 1, що показана на фіг. 3. У відновній печі агломерат нагрівають на поду з вугільним покриттям для відновлення оксиду заліза, що міститься в агломераті, з отриманням відновленого заліза, і розплавлений матеріал, що містить відновлене залізо, затвердіває. Відповідно, утворюється гранульоване металеве залізо F. Крім того, утворюються шлак S та шлаки, що містять дрібногранульоване залізо, FS1, FS2, як вторинні продукти гранульованого металевого заліза F. Відновна піч, що використовується у цьому винаході, не обмежується нагрівальною піччю з рухомим подом (відновна піч), такою, як піч з обертовим подом (RHF) 1, і може бути будь-якою нагрівальною піччю, що здатна отримувати відновлене залізо шляхом нагрівання агломерату, що містить оксид заліза і вуглецевий відновник, для відновлення оксиду заліза і забезпечувати затвердіння відновленого заліза після розплавлення відновленого заліза.

[0028] Вивантажуваний матеріал, що вивантажується з відновної печі, тобто продукт, що включає гранульоване металеве залізо F, шлак S та шлаки, що містять дрібногранульоване залізо, FS1, FS2, подається на грохот 3 через охолоджувач 2 на фіг. 3, і в грохоті 3 продукт, що має заданий зовнішній діаметр або більше, відокремлюють від іншого вивантажуваного матеріалу (етап S1). Вивантажуваний матеріал, що вивантажується з відновної печі, наведеної на прикладі RHF 1, містить велику кількість дрібного порошку, такого як вугілля, що покриває під, та дрібногранульоване металеве залізо, при цьому дрібний порошок є меншим за продукт. Однак, відокремлюючи (тобто, відсіваючи) продукт, що має заданий зовнішній діаметр або більший від дрібного порошку грохотом 3, можна зменшити кількість дрібного порошку, що подається на перший магнітний сепаратор 11 і другий магнітний сепаратор 12.

[0029] На першому етапі магнітної сепарації, який є першою стадією сортування, продукт, що залишився на грохоті 3, розділяють (магнітно розділяють) на матеріал з гранульованим металевим залізом, який включає гранульоване металеве залізо F та шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 з великим вмістом дрібногранульованого металевого заліза, та матеріал, що містить перший шлак, який включає шлак S і шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS1 з малим вмістом дрібногранульованого металевого заліза, першим магнітним сепаратором 11, що має сильну магнітну силу, причому перший магнітний сепаратор 11 показаний у верхній частині фіг. 2B (етап S2). Таким чином, з цих матеріалів, відокремлених одного від одного першим магнітним сепаратором 11, що має сильну магнітну силу, матеріал, що містить перший шлак, який не включає шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2, тобто шлак S і шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS1, вивантажуються назовні системи, як непотрібний шлак.

[0030] Матеріал з гранульованим металевим залізом, який включає гранульоване металеве залізо F та шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2, відокремлений першим магнітним сепаратором 11, описаним вище, додатково піддається другому етапу магнітної сепарації, який є другою стадією сортування. На другому етапі магнітної сепарації гранульоване металеве залізо F і шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 розділяють (магнітно розділяють) одного від одного другим магнітним сепаратором 12, який має слабку магнітну силу (етап S3). Відповідно, на цій стадії можна відділяти гранульоване металеве залізо F (окатиші) у вигляді готового продукту з високою чистотою до наступного етапу подрібнення S5. Окатиші, відділені у

вигляді продукту, розплавляють, наприклад, в електропечі і використовують як сировинний матеріал для сталевих продуктів. У другому магнітному сепараторі 12, який є барабанним магнітним сепаратором, сила притягання може бути змінена відповідно до умов виробництва шляхом зміни швидкості обертання барабана. Відповідно, можна запобігти змішуванню шлаку, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 з групою гранульованого металевих заліза F.

[0031] З іншого боку, вивантажуваний матеріал, що просіявся під грохот 3, розділяється на магнітно притягуваний порошок, що включає дрібногранульоване металеве залізо, і матеріал, що покриває під (зокрема, вугілля, що покриває під), за допомогою магнітного сепаратора просіяного продукту 4, що має сильну магнітну силу (етап S4). Відокремлений матеріал, що покриває під, подається знову в RHF 1 і повторно використовується. Магнітно притягуваний порошок, що включає дрібногранульоване металеве залізо, подається на стадію подрібнення S5.

[0032] Як показано на фіг. 3, допоміжний грохот 5 може бути використаний для відокремлення дрібногранульованого металевих заліза, що має заданий розмір або більший, від вищезазначеного магнітно притягуваного порошку, і відділити дрібногранульоване металеве залізо в якості продукту. У цьому випадку подрібнювачу 6, який розташований за допоміжним грохотом 5, не потрібно подрібнювати дрібногранульоване металеве залізо, що має заздалегідь заданий розмір або більший, що знижує навантаження на подрібнювач 6.

[0033] Магнітний сепаратор просіяного матеріалу 4 магнітно розділяє відносно невеликий вивантажений матеріал (дрібногранульоване металеве залізо або вугілля, що покриває під), що пропущений під грохот. Наприклад, в якості магнітного сепаратора просіяного матеріалу 4 може бути використаний барабанний магнітний сепаратор, подібний до першого магнітного сепаратора 11 і другого магнітного сепаратора 12, описаних вище.

[0034] Шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2, відсортований другим магнітним сепаратором 12, і магнітно притягуваний порошок, що включає дрібногранульоване металеве залізо, причому магнітно притягуваний порошок відсортований магнітним сепаратором просіяного матеріалу 4, подрібнюють за допомогою подрібнювача 6 (етап S5). У цьому винаході подрібнювач 6 відповідає дробильній установці. Наприклад, в якості подрібнювача 6 використовується кульова дробарка, стрижнева дробарка, молоткова дробарка або вальцюва дробарка. На етапі подрібнення S5 можна, щонайменше, подрібнити шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 для розділення дрібногранульованого металевих заліза, що міститься в шлаці, що містить дрібногранульоване залізо, FS2, від шлаку, що покриває дрібногранульоване металеве залізо. Наприклад, в якості дробильної установки може використовуватися дробарка. Молоткова дробарка також може бути використана в якості дробарки на додаток до кульової дробарки.

[0035] Матеріал, подрібнений за допомогою подрібнювача 6, далі розділяють (магнітно розділяють) на матеріал, що містить металеве залізо (тобто дрібногранульоване металеве залізо і дрібний металевий порошок), і подрібнений шлак, що не містить металевих заліза, магнітним сепаратором подрібненого матеріалу 7, який є третім магнітним сепаратором, що має сильну магнітну силу, причому магнітний сепаратор подрібненого матеріалу 7 розташований далі по ходу від першого магнітного сепаратора 11 і другого магнітного сепаратора 12. Відповідно, металеве залізо відділяється (етап S7). Подрібнений шлак вилучається назовні з системи. Металеве залізо, що містить дрібногранульоване залізо, та металеве залізо, що містить дрібний металевий порошок, відокремлюються (сортується з допомогою повітря) одного від одного за допомогою для повітряного сепаратора 8. Зокрема, дрібногранульоване металеве залізо (так звані окатиші малого діаметру), дрібний металевий порошок (металевий порошок, який може бути повторно використаний в системі сировинних матеріалів) та інший легкозависимий залишок відокремлюються одного від одного. Поділ може бути виконано, наприклад, за допомогою грохота або гравітаційного сепаратора на додаток до повітряного сепаратора 8. Відділене дрібногранульоване металеве залізо (окатиші малого діаметру) використовується як продукт. Дрібний металевий порошок (порошковий продукт) рециркулюють у систему сировинних матеріалів, тобто повторно використовують в якості сировини агломерату. Легкозависимий залишок вилучається назовні з системи.

[0036] Як описано вище, відповідно до способу виробництва відновленого заліза та пристрою для виробництва відновленого заліза, показаного на технологічній схемі на фіг. 5, здійснюють двостадійне сортування продукту, отриманого в RHF 1 (відновна піч), за допомогою першого магнітного сепаратора 11 і другого магнітного сепаратора 12, які мають різні сили притягання, що дозволяє розділити продукт на гранульоване металеве залізо F, перший шлак (шлак S та шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS1 з малим вмістом дрібногранульованого заліза), а також шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 (другий



шлак) з великим вмістом дрібногранульованого заліза. Гранульоване металеве залізо F відділяють, оскільки воно вже є продуктом, перш ніж вводити в дію подрібнювач 6 на етапі подрібнення S5. Таким чином, подрібнювачу 6 не треба подрібнювати гранульоване металеве залізо F. З іншого боку, шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 (другий шлак) подрібнюють на етапі подрібнення S5 для того, щоб відділити дрібногранульоване металеве залізо, що міститься у шлаці, що містить дрібногранульоване залізо, FS2. Однак, оскільки шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 легко дробиться через його твердість, меншу, ніж твердість гранульованого металевого заліза F, навантаження, що накладається на обладнання, таке як подрібнювач 6, подрібненням надзвичайно мале. Таким чином, у вищезгаданому способі виробництва можна досягти як ефективного відділення високочистого металевого заліза, так і зменшення навантаження на обладнання, яке здійснює подрібнення (або дроблення) шляхом відділення дрібногранульованого металевого заліза, що міститься у шлаці, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 разом з гранульованим металевим залізом F.

[0037] Вивантажений матеріал, що вивантажений з відновної печі, такої як RHF 1, містить велику кількість дрібного порошку, такого як вуглець, що покриває під, і дрібногранульоване металеве залізо, меншого розміру, ніж продукт, такий як гранульоване металеве залізо. Однак у вищезгаданому способі виробництва продукт, що має попередньо заданий зовнішній діаметр або більший, розділяють (тобто відсіюють) від дрібного порошку грохотом 3. Це дозволяє зменшити кількість дрібного порошку, що подається на перший магнітний сепаратор 11 і другий магнітний сепаратор 12. Тобто можна запобігти дрібному металевому порошку, значно меншому, ніж гранульоване металеве залізо, як продукт, що потрапляє в електричну піч для плавлення металевого заліза при послідовній обробці і вводити тільки гранульоване металеве залізо, що має розмір, який легко обробляється і придатний для плавлення в електропечі. Дрібний порошок не придатний в якості сировини для електропечі. Це пояснюється тим, що тонкий порошок при введенні в електричну піч може бути залучений відпрацьованим повітрям при пилевловлюванні, що може погіршити вихід придатного. Навіть якщо тонкий порошок вводиться в електричну піч, тонкий порошок легко захоплюється розплавленим шаром шлаку на розплавленому металі і це перешкоджає плавленню в розплавлений метал в електричній печі. Таким чином, вихід придатного погіршується. Крім того, у вищезгаданому способі виробництва можна запобігати подачі вугілля, що покриває під, яке має меншу питому вагу і більший об'єм, ніж залізо, до першого магнітного сепаратора 11 і другого магнітного сепаратора 12. Це запобігає зменшенню ефективності розділення першого магнітного сепаратора 11 і другого магнітного сепаратора 12.

[0038] В описаному вище способі виробництва перший магнітний сепаратор 11, що має сильну магнітну силу, і другий магнітний сепаратор 12, що має слабку магнітну силу, використовуються для двостадійного сортування продукту, що залишився на грохоті. Тобто сила притягання першого магнітного сепаратора 11 встановлюється більшою, ніж сила притягання другого магнітного сепаратора 12. Таким чином, як показано на фіг. 2B і 5, перший магнітний сепаратор 11, що має сильну силу притягання, розділяє продукт на матеріал з гранульованим металевим залізом, який включає гранульоване металеве залізо F та шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 (другий шлак) з великим вмістом дрібногранульованого металевого заліза, та матеріал, що містить перший шлак, який включає шлак S і шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS1 (перший шлак) з малим вмістом дрібногранульованого металевого заліза, а другий магнітний сепаратор 12, що має слабку силу притягання, потім відокремлює з матеріалу з гранульованим металевим залізом гранульоване металеве залізо F та шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 одного від одного. Таким чином, можна ефективно відділити гранульоване металеве залізо F, що має високу чистоту, другим магнітним сепаратором 12 на другій стадії після відділення і вилучення першого шлаку, який є непотрібним матеріалом, першим магнітним сепаратором 11 на першій стадії.

[0039] Далі, вищевказаний спосіб виробництва додатково включає етап відділення S7 з відділенням металевого заліза за допомогою використання магнітного сепаратора подрібненого матеріалу 7, який є третім магнітним сепаратором, після етапу подрібнення S5 за допомогою подрібнювача 6. Таким чином, за допомогою подрібнювача 6 можна подрібнити тільки шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 (другий шлак) з великим вмістом дрібногранульованого металевого заліза і потім відокремити дрібногранульоване металеве залізо, що міститься в ньому, магнітним сепаратором подрібненого матеріалу 7. Таким чином, можливе ефективне відділення дрібногранульованого металевого заліза, що міститься в шлаці, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 (другий шлак) В результаті підвищується ступінь відділення металевого заліза.

[0040] На етапі подрібнення S5, показаному на технологічній схемі на фіг. 5, шлак, що

містить дрібногранульоване залізо, FS2 магнітно розділений другим магнітним сепаратором 12, що має слабку магнітну силу, на етапі S3 (див. Фіг. 2A і 2B), і дрібногранульоване металеве залізо, магнітно розділене магнітним сепаратором просіяного матеріалу 4 на етапі S4, подрібнюють спільним подрібнювачем 6. Однак даний винахід не обмежується цим.

[0041] Наприклад, коли не доцільно подрібнювати шлак, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 і дрібногранульоване металеве залізо спільним подрібнювачем 6, через такий фактор, як різниця в розмірі зерна або твердість, спосіб, проілюстрований на технологічній схемі на фіг. 6, може бути виконаний як перша модифікація. Спосіб включає етап подрібнення S3A з подрібненням шлаку, що містить дрібногранульоване залізо, FS2, магнітно розділеного на етапі S3, описаного вище, окремо від етапу подрібнення S5 з подрібненням дрібногранульованого металевого заліза, магнітно розділеного на етапі S4.

[0042] У способі виробництва згідно з вищезазначеним варіантом здійснення перший магнітний сепаратор 11, що має сильну магнітну силу, і другий магнітний сепаратор 12, що має слабку магнітну силу, використовуються, як показано на фіг. 2B, для двостадійного сортування продукту, що залишився на грохоті. Однак даний винахід не обмежується цим. В якості другої модифікації може бути використаний перший магнітний сепаратор 11, який має слабку магнітну силу, і другий магнітний сепаратор 12, який має сильну магнітну силу, як показано на фіг. 7. Таким чином, коли сила притягання першого магнітного сепаратора 11 слабша, ніж сила притягання другого магнітного сепаратора 12, гранульоване металеве залізо F відокремлюють від інших шлаків, тобто групи із шлаку S та шлаку, що містить дрібногранульоване залізо, FS1 (перший шлак), а також шлаку, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 (другий шлак), першим магнітним сепаратором 11. Це дозволяє підвищити чистоту гранульованого заліза шляхом відділення гранульованого металевого заліза F першим магнітним сепаратором 11 на першій стадії та підвищити ступінь відділення вмісту заліза шляхом відділення другого шлаку від першого шлаку другим магнітним сепаратором 12 на другій стадії.

[0043] Коли кожен з першого магнітного сепаратора 11 і другого магнітного сепаратора 12 є барабанним магнітним сепаратором, як описано вище, можна змінювати відцентрову силу шляхом зміни швидкості обертання барабана. Таким чином, можна легко встановити силу притягання, яка є результуючою силою відцентрової сили і магнітної сили першого магнітного сепаратора 11, слабшою, ніж сила притягання другого магнітного сепаратора 12.

[0044] Як показано на фіг. 7, коли сила притягання першого магнітного сепаратора 11 встановлена більшою, ніж сила притягання другого магнітного сепаратора 12, матеріал, що містить перший шлак, відокремлюється від матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, на першій стадії магнітної сепарації, при цьому матеріал, що містить перший шлак, з другим шлаком, тобто матеріал, що включає групу із шлаку S і шлаку, що містить дрібногранульоване залізо FS1 (перший шлак), а також шлаку, що містить дрібногранульоване залізо, FS2 (другий шлак), може бути подріблений між першою стадією магнітної сепарації першим магнітним сепаратором 11 і другою стадією магнітної сепарації другим магнітним сепаратором 12. На наступній стадії після дроблення дрібногранульоване металеве залізо, що міститься в першому шлаці та другому шлаці, може бути відділене магнітним сепаратором 12. Далі, вміст дрібногранульованого металевого заліза, що має бути відділено, в першому шлаці надзвичайно малий. Таким чином, зокрема, коли кількість першого шлаку невелика, економічне навантаження невелике навіть тоді, коли перший шлак і другий шлак подрібнюють разом, як описано вище.

[0045] Фіг. 8 і 9 - технологічні схеми, що ілюструють способи виробництва відновленого заліза згідно з третьою і четвертою модифікаціями. Згідно способів виробництва відновленого заліза, проілюстрованих на фіг. 8 і 9, матеріал з гранульованим металевим залізом, що містить гранульоване металеве залізо F, і матеріал з першим шлаком, що містить шлак (тобто шлак S і шлаки, що містять дрібногранульоване залізо, FS1, FS2 на фіг.7), розділяють одного від одного першим магнітним сепаратором 11, що має слабку магнітну силу на етапі S2, і шлак подрібнюється на етапі подрібнення S2A. Потім, на етапі S3, дрібногранульоване металеве залізо розділяють від подрібненого шлаку другим магнітним сепаратором 12, що має сильну магнітну силу. Відповідно, можна відділити дрібногранульоване металеве залізо.

[0046] Також у цьому випадку шлак, відокремлений першим магнітним сепаратором 11, що має слабку магнітну силу на етапі S2, і дрібногранульоване металеве залізо, відокремлене магнітним сепаратором просіяного матеріалу 4 на етапі S4, можуть бути подрібнені спільним подрібнювачем на етапі S2A, як показано на фіг. 8. Коли подрібнення спільним подрібнювачем не є доцільним, подрібнення може виконуватися різними подрібнювачами на етапі S2A і етапі S5, як показано на фіг. 9.

[0047] Як описано вище, забезпечується спосіб виробництва відновленого заліза і пристрій

для виробництва відновленого заліза, які здатні відділити високочисте металеве залізо з високою ефективністю і зменшити навантаження на обладнання для дроблення.

[0048] Спосіб виробництва відновленого заліза включає: етап відновлення з отриманням відновленого заліза шляхом нагрівання агломерату, що містить оксид заліза і вуглецевий відновник, в нагрівальній печі для відновлення оксиду заліза, отриманням продукту, що містить гранульоване металеве залізо, перший шлак, і другий шлак, що містить більше дрібногранульованого металевого заліза, ніж перший шлак, шляхом плавлення відновленого заліза, і потім затвердінням продукту; перший етап магнітної сепарації з відокремленням, з гранульованого металевого заліза і другого шлаку, що містяться в продукті, щонайменше гранульованого металевого заліза від першого шлаку шляхом використання першого магнітного сепаратора для відокремлення матеріалу, що містить перший шлак, від матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, одного від одного; другий етап магнітної сепарації з відокремленням другого шлаку від матеріалу, що містить другий шлак, з матеріалу, що містить перший шлак, і матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, які були відокремлені одного від одного на першій стадії магнітної сепарації, за допомогою другого магнітного сепаратора, що має силу притягання, відмінну від сили притягання першого магнітного сепаратора; і етап дроблення з дробленням другого шлаку.

[0049] Згідно з цим способом, можна відокремити розплавлений продукт на гранульоване металеве залізо, перший шлак і другий шлак, що містить більше дрібногранульованого металевого заліза, ніж перший шлак, виконуючи двостадійне сортування продукту шляхом використання першого і другого магнітних сепараторів, що мають різні сили притягання. Відповідно, можна відділяти гранульоване металеве залізо високої чистоти, як готового продукту, без введення в обладнання для дроблення високочистого гранульованого металевого заліза. Другий шлак дроблять для відділення дрібногранульованого металевого заліза, що міститься у другому шлаку. Однак, оскільки другий шлак легко дробиться через його твердість, меншу, ніж твердість гранульованого металевого заліза, навантаження, що накладається на обладнання для виконання дроблення, такого як дробарка, невелике. Таким чином, у вищезгаданому способі виробництва можна досягти як ефективного відділення високочистого металевого заліза, так і зменшення навантаження на обладнання, яке здійснює дроблення, шляхом відділення дрібногранульованого металевого заліза, що міститься у другому шлаці, разом з гранульованим металевим залізом.

[0050] Переважно, вищевказаний спосіб додатково включає етап відділення з відділенням металевого заліза з другого шлаку, подрібненого на етапі дроблення, за допомогою третього магнітного сепаратора. Етап відділення дає можливість більш ефективно відділити дрібногранульоване металеве залізо, що міститься у другому шлаку, і додатково покращити ступінь відділення металевого заліза спільно з етапом дроблення.

[0051] Переважно, сила притягання першого магнітного сепаратора встановлюється більшою, ніж сила притягання другого магнітного сепаратора. Перший магнітний сепаратор, що має сильну силу притягання, таким чином відокремлює з продукту групу з гранульованого металевого заліза і другого шлаку від першого шлаку, а другий магнітний сепаратор, що має слабку силу притягання, розділяє гранульоване металеве залізо і другий шлак. Таким чином, можливе ефективне відділення високочистого металевого заліза другим магнітним сепаратором на другій стадії після розділення і вилучення першого шлаку, який є непотрібним матеріалом, першим магнітним сепаратором на першій стадії.

[0052] Сила притягання першого магнітного сепаратора може бути встановлена так, щоб вона була слабшою, ніж сила притягання другого магнітного сепаратора. У цьому режимі перший магнітний сепаратор, що має слабку силу притягання, відокремлює гранульоване металеве залізо від першого шлаку і другого шлаку. Тобто, отримують матеріал, що містить гранульоване металеве залізо, і матеріал, що містить перший шлак, з другим шлаком. Таким чином, можна збільшити чистоту гранульованого заліза шляхом відділення гранульованого металевого заліза першим магнітним сепаратором на першій стадії. Крім того, можна збільшити ступінь відділення вмісту заліза, відокремивши другий шлак від матеріалу, що містить перший шлак, другим магнітним сепаратором на другій стадії.

[0053] Переважно, стадія дроблення включає дроблення першого шлаку і другого шлаку між першою стадією магнітної сепарації і другою стадією магнітної сепарації. Це дозволяє відділити дрібногранульоване металеве залізо, що міститься в подрібненому першому шлаку і подрібненому другому шлаку, за допомогою другого магнітного сепаратора.

[0054] Переважно, кожен з першого магнітного сепаратора і другого магнітного сепаратора являє собою барабанний магнітний сепаратор, що включає барабан, що має циліндричну форму і має зовнішню периферійну поверхню, де генерується магнітна сила, і приводний

пристрій, який обертає барабан. У першому магнітному сепараторі і другому магнітному сепараторі, кожен з яких є барабанним магнітним сепаратором, сила притягання, що діє на продукт на зовнішній периферійній поверхні барабана, є результуючою силою магнітної сили, що діє на виріб всередину барабана в радіальному напрямку так, щоб притягувати виріб до зовнішньої периферійної поверхні барабана, і відцентрової сили, що діє на виріб назовні від барабана в радіальному напрямку при обертанні барабана. Таким чином, можна змінювати силу притягання кожного з першого магнітного сепаратора і другого магнітного сепаратора будь-яким чином, змінюючи тільки швидкість обертання барабана.

[0055] Переважно, вищевказаний спосіб додатково включає етап відокремлення продукту, що має заздалегідь заданий зовнішній діаметр або більший, причому цей продукт міститься у вивантажуваному матеріалі, що вивантажується з нагрівальної печі, від іншого вивантажуваного матеріалу після етапу відновлення і перед етапом першої магнітної сепарації. Такий поділ продукту дозволяє запобігати зниженню ефективності розділення першого магнітного сепаратора і другого магнітного сепаратора, зниження якого викликано самим продуктом. Зокрема, вивантажений матеріал, що вивантажується з нагрівальної печі, містить велику кількість дрібного порошку, такого як вуглець, що покриває під, та дрібногранульоване металеве залізо, при цьому дрібний порошок є меншим, ніж продукт. Однак можна зменшити кількість дрібного порошку, що подається в перший магнітний сепаратор і другий магнітний сепаратор, шляхом розділення продукту, який має заданий зовнішній діаметр або більший, від дрібного порошку, описаного вище. Це дозволяє запобігти дрібному металевому порошку, значно меншому, ніж гранульоване металеве залізо, як продукт, що потрапляє в електричну піч для плавлення металевого заліза при подальшій обробці, і вводити в електропіч тільки гранульоване металеве залізо, що має розмір, який легко обробляється і придатний для плавлення в електропечі. Тонкий порошок при введенні в електричну піч може бути залучений відпрацьованим повітрям при пилевловлюванні, що може погіршити вихід придатного. Навіть якщо тонкий порошок вводиться в електричну піч, тонкий порошок легко захоплюється розплавленим шаром шлаку на розплавленому металі і це перешкоджає плавленню в розплавлений метал в електричній печі. Таким чином, вихід придатного погіршується. Отже, дрібний порошок не придатний в якості сировини для електропечі. Крім того, вищезгадане розділення запобігає подачі вугілля, що покриває під, яке має меншу питому вагу і більший об'єм, ніж залізо, до першого магнітного сепаратора і другого магнітного сепаратора. Це запобігає зменшенню ефективності розділення першого магнітного сепаратора і другого магнітного сепаратора.

[0056] Крім того, передбачено пристрій для виробництва відновленого заліза, придатний для здійснення вищеописаного способу виробництва. Пристрій включає: нагрівальну піч для отримання відновленого заліза шляхом нагрівання агломерату, що містить оксид заліза і вуглецевий відновник, для відновлення оксиду заліза, отримання продукту, що містить гранульоване металеве залізо, перший шлак і другий шлак, що містить більше дрібногранульованого металевого заліза, ніж перший шлак, шляхом плавлення відновленого заліза, і потім затвердіння продукту; перший магнітний сепаратор, для відокремлення, з гранульованого металевого заліза і другого шлаку, що містяться в продукті, щонайменше гранульованого металевого заліза від першого шлаку для відокремлення матеріалу, що містить перший шлак, від матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, одного від одного; другий магнітний сепаратор, який розташований далі по ходу від першого магнітного сепаратора, для відокремлення другого шлаку від матеріалу, що містить другий шлак, з матеріалу, що містить перший шлак, і матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, які були відокремлені одного від одного на першій стадії магнітної сепарації, за допомогою другого магнітного сепаратора, що має силу притягання, відмінну від сили притягання першого магнітного сепаратора; і дробильну установку для дроблення принаймні другого шлаку.

[0057] У цьому пристрої можна розділити гранульоване металеве залізо, перший шлак і другий шлак, що містить більше дрібногранульованого металевого заліза, ніж перший шлак, з розплавленого продукту, виконуючи двостадійне сортування продукту першим і другим магнітним сепараторами, що мають різні сили притягання. Відповідно, можна запобігти введенню гранульованого металевого заліза в обладнання для дроблення і відділити високочисте гранульоване металеве залізо, як продукт. З іншого боку, другий шлак подрібнюється дробильною установкою для відділення дрібногранульованого металевого заліза, що міститься у другому шлаці. Однак, оскільки другий шлак легко подрібнюється через його твердість нижчу, ніж твердість гранульованого металевого заліза, навантаження, що накладається на дробильну установку при подрібненні, невелике. Таким чином, в даному пристрої можна досягти як ефективного відділення високочистого металевого заліза, так і

зменшення навантаження на дробильну установку шляхом відділення дрібногранульованого металевго заліза, що міститься у другому шлаку, разом з гранульованим металевим залізом.

[0058] Переважно, вищезгаданий пристрій додатково включає в себе третій магнітний сепаратор, який відділяє дрібногранульоване металеве залізо, що міститься у другому шлаку, подрібненому дробильною установкою. Таким чином, відділення дрібногранульованого металевго заліза, що міститься у другому шлаку, дозволяє підвищити ефективність відділення металевго заліза.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

10

1. Спосіб виробництва відновленого заліза, що включає:

етап відновлення з отриманням відновленого заліза шляхом нагрівання агломерату, що містить оксид заліза і вуглецевий відновник, в нагрівальній печі для відновлення оксиду заліза, з отриманням продукту, що містить гранульоване металеве залізо, перший шлак і другий шлак,

15

що містить більше дрібногранульованого металевго заліза, ніж перший шлак, шляхом плавлення відновленого заліза, і потім затвердінням продукту; перший етап магнітної сепарації з відокремленням, з гранульованого металевго заліза і другого шлаку, що містяться в продукті, щонайменше гранульованого металевго заліза від першого шлаку шляхом використання першого магнітного сепаратора для відокремлення матеріалу, що містить перший шлак, від матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, одного від одного;

20

другий етап магнітної сепарації з відокремленням другого шлаку від матеріалу, що містить другий шлак, з матеріалу, що містить перший шлак, і матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, які були відокремлені одного від одного на першій стадії магнітної сепарації, за допомогою другого магнітного сепаратора, що має силу притягання, відмінну від сили притягання першого магнітного сепаратора; і етап дроблення з дробленням другого шлаку.

25

2. Спосіб виробництва відновленого заліза за п. 1, який додатково включає етап відділення з відділенням металевго заліза з другого шлаку, подрібненого на етапі дроблення, за допомогою третього магнітного сепаратора.

30

3. Спосіб виробництва відновленого заліза за п. 1, в якому сила притягання першого магнітного сепаратора встановлена сильнішою, ніж сила притягання другого магнітного сепаратора.

4. Спосіб виробництва відновленого заліза за п. 1, в якому сила притягання першого магнітного сепаратора встановлена слабшою, ніж сила притягання другого магнітного сепаратора.

35

5. Спосіб виробництва відновленого заліза за п. 4, в якому етап дроблення включає дроблення першого шлаку і другого шлаку між першим етапом магнітної сепарації і другим етапом магнітної сепарації.

6. Спосіб виробництва відновленого заліза за будь-яким із пп. 1-5, в якому кожен з першого магнітного сепаратора і другого магнітного сепаратора є барабаним магнітним сепаратором, що включає барабан, що має циліндричну форму і має зовнішню периферійну поверхню, на якій генерується магнітна сила, і приводний пристрій, який обертає барабан.

40

7. Спосіб виробництва відновленого заліза за п. 1, який додатково включає етап відокремлення продукту, що має заданий зовнішній діаметр або більший, причому продукт входить до складу вивантажуваного матеріалу, що вивантажується з нагрівальної печі, від іншого вивантажуваного матеріалу після етапу відновлення і перед першим етапом магнітної сепарації.

45

8. Пристрій для виробництва відновленого заліза, що містить:

нагрівальну піч для отримання відновленого заліза шляхом нагрівання агломерату, що містить оксид заліза і вуглецевий відновник, для відновлення оксиду заліза, отримання продукту, що містить гранульоване металеве залізо, перший шлак і другий шлак, що містить більше дрібногранульованого металевго заліза, ніж перший шлак, шляхом плавлення відновленого заліза, і потім затвердінням продукту;

50

перший магнітний сепаратор, для відокремлення, з гранульованого металевго заліза і другого шлаку, що містяться в продукті, щонайменше гранульованого металевго заліза від першого шлаку для відокремлення матеріалу, що містить перший шлак, від матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, одного від одного;

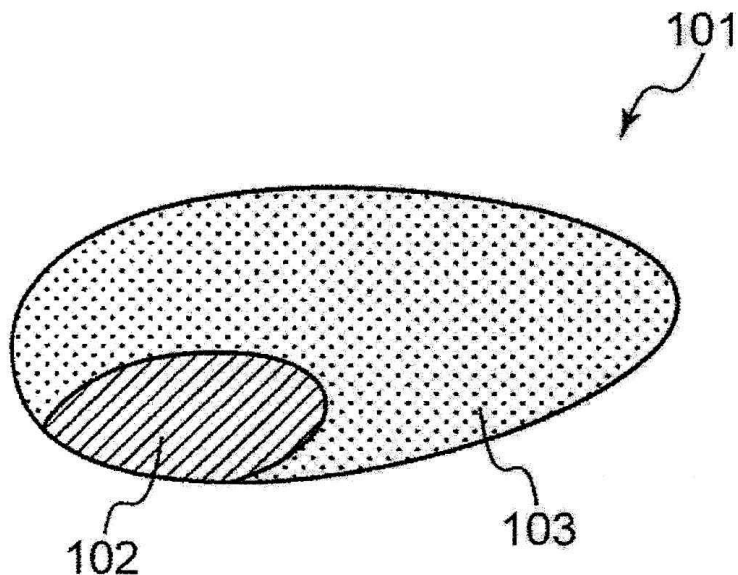
55

другий магнітний сепаратор, який розташований далі по ходу від першого магнітного сепаратора, для відокремлення другого шлаку від матеріалу, що містить другий шлак, з матеріалу, що містить перший шлак, і матеріалу, що містить гранульоване металеве залізо, які відокремлені одного від одного першим магнітним сепаратором, за допомогою сили притягання, відмінної від сили притягання першого магнітного сепаратора; і

60

дробильну установку для дроблення принаймні другого шлаку.

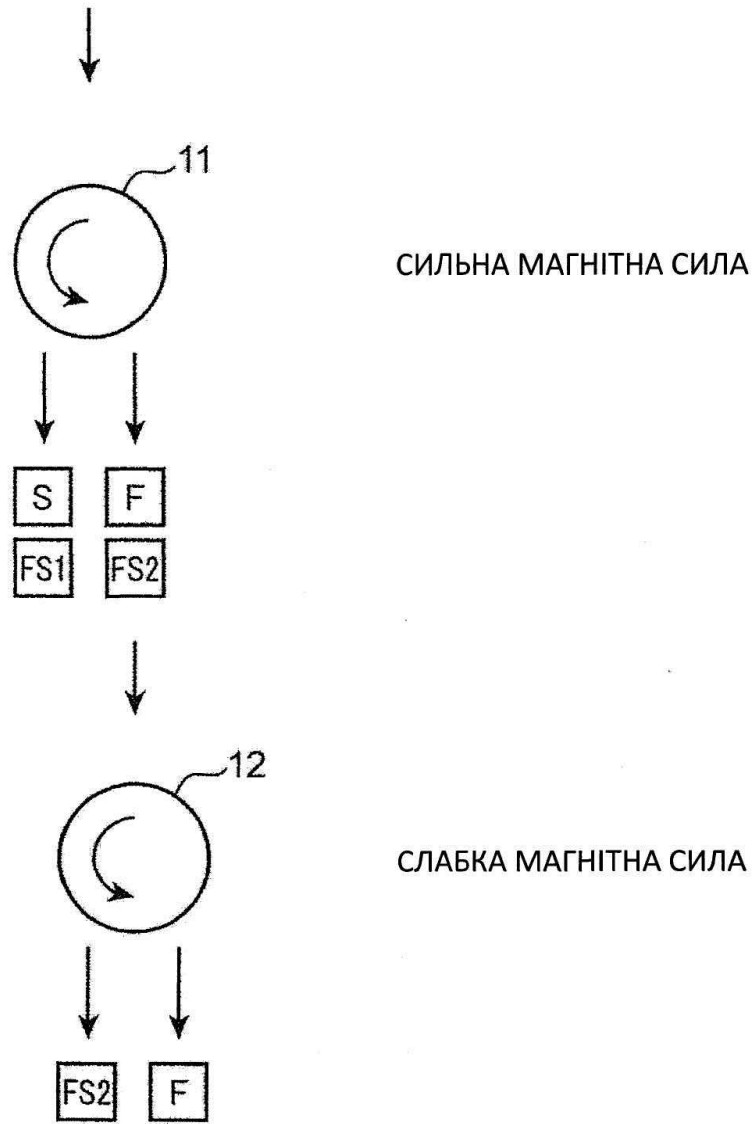
9. Пристрій для виробництва відновленого заліза за п. 8, який додатково містить третій магнітний сепаратор для відділення дрібногранульованого металевого заліза, що міститься в другому шлаку, подробленому пристроєм дроблення.



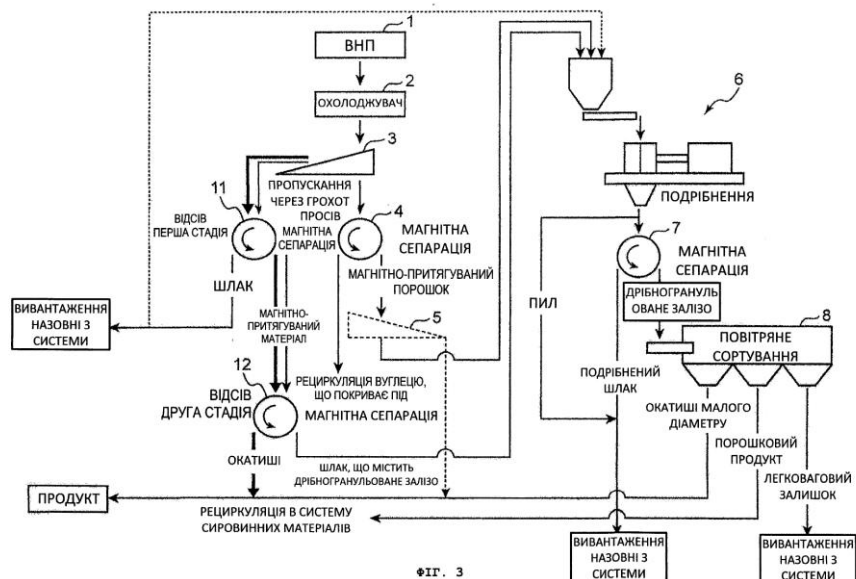
ФІГ. 1

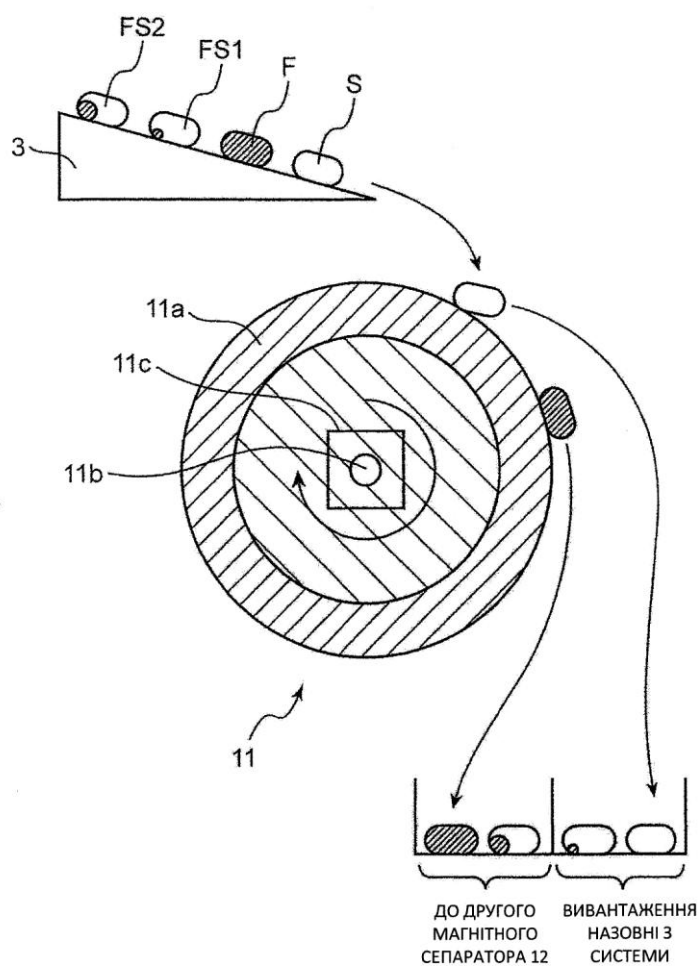
	ПЕРШИЙ ШЛАК		ДРУГИЙ ШЛАК
F	S	FS1	FS2
ГРАНУЛЬОВАНЕ ЗАЛІЗО	ШЛАК	ШЛАК, ЩО МІСТИТЬ ДРІБНОГРАНУЛЬОВАНЕ ЗАЛІЗО	

ФІГ. 2А



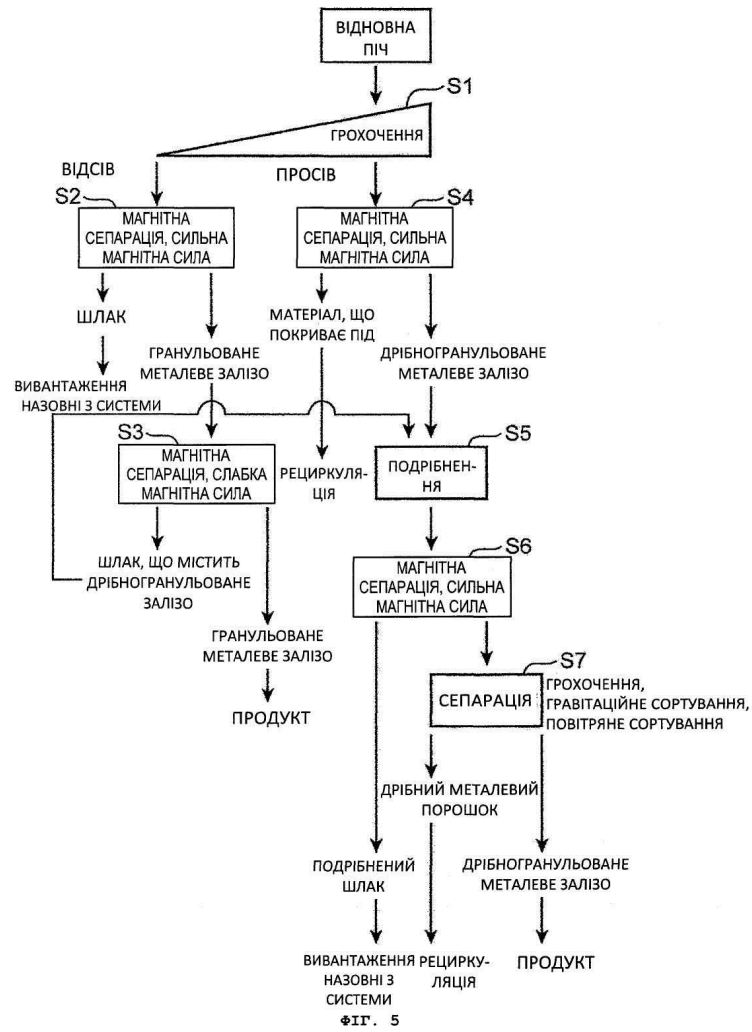
ФІГ. 2В

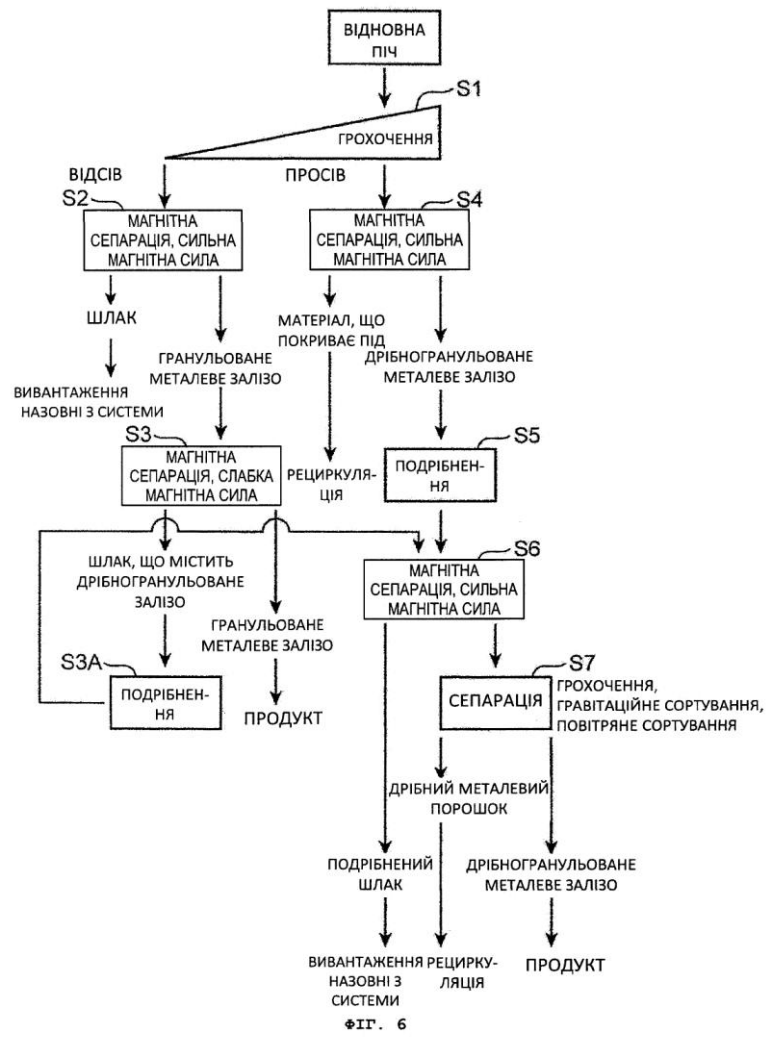


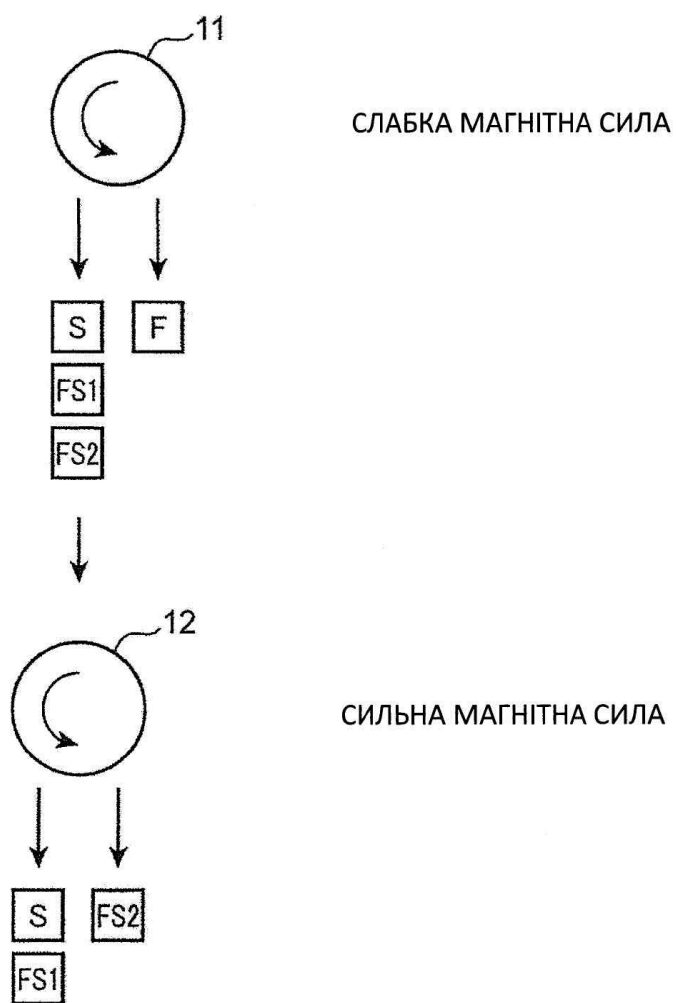


ФІГ. 4

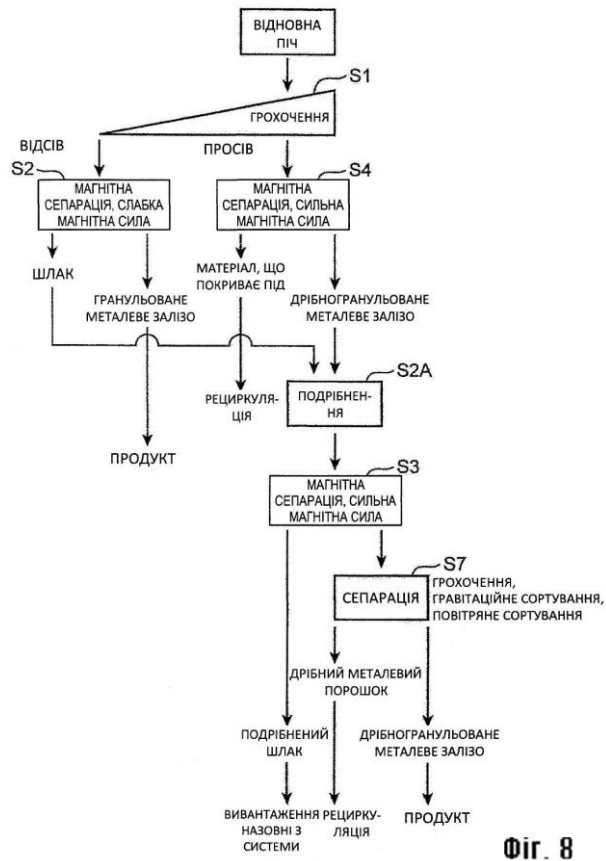




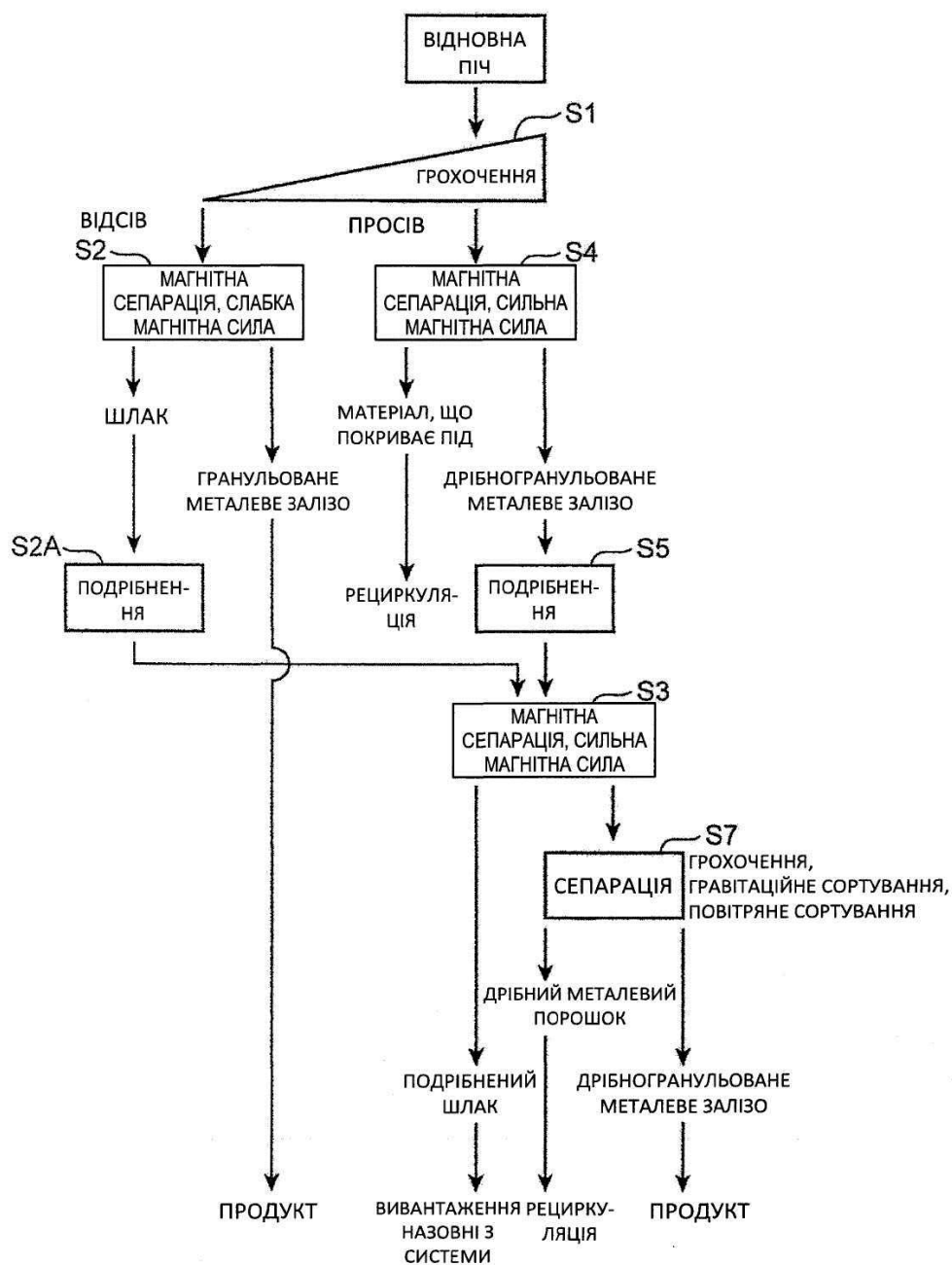




ФІГ. 7



Фіг. 8



ФІГ. 9

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601