



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115863** (13) **C2**  
(51) МПК (2017.01)

**C22C 33/04** (2006.01)

**C22C 38/40** (2006.01)

**C22B 1/16** (2006.01)

**C21C 7/00**

**C21C 1/00**

**C22C 35/00**

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2014 00170</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Макела Туомо (FI),</b> <b>Ніємєла Пекка (FI),</b> <b>Хельґе Крогерус (FI)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>08.06.2012</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ОУТОКУМПУ ОЙІ,</b> Riihitontuntie 7, FI-02200 Espoo, Finland (FI), <b>ОУТОТЕК ОЙІ,</b> Rauhalanpuisto 9 FI-02230 Espoo, Finland (FI)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>10.01.2018</b>	<b>(74)</b> Представник: <b>Корелов Ілля Валерійович, реєстр. №354</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>20110200</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: WO 2010092234 A1, 19.08.2010 WO 9720954 A1, 12.06.1997 EP 0846778 A1, 10.06.1998 EP 1927667 A1, 04.06.2008 GB 759085 A, 10.10.1956 CN 1847440 A, 18.10.2006
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>13.06.2011</b>	
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: <b>FI</b>	
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>11.03.2014, Бюл.№ 5</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.01.2018, Бюл.№ 1</b>	
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: <b>РСТ/FI2012/050580, 08.06.2012</b>	

## (54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ФЕРОСПЛАВІВ

### (57) Реферат:

Винахід стосується способу поліпшення ступеня відновлення металевих компонентів у збагаченому хроміту під час виплавляння феросплавів, придатних для виготовлення нержавіючої сталі. Збагачений хроміт подають разом з нікельвмісною сировиною так, що завдяки кількості нікельвмісної сировини досягають необхідного ступеня відновлення металевих компонентів феросплавів.

UA 115863 C2



Цей винахід стосується способу поліпшення ступеня відновлення металевих компонентів в матеріалі, який підлягає оброблянню під час виплавляння феросплавів, таких як ферохром, придатних для виготовлення нержавіючої сталі. Згідно з цим способом до феросплавів додають нікельвмісні матеріали.

З публікації WO 2010/092234 відомо спосіб, в якому нікелева руда та/або збагачений нікель або проміжний продукт осаджений з розчинів нікелевої руди та/або збагаченого нікелю агломерується в процесі виробництва ферохрому так, що по-перше з нікельвмісного матеріалу, разом зі збагаченим залізовмісним хромітом та сполучного агента виготовляють гранули, а сушіння та прокалювання нікельвмісного матеріалу здійснюється переважно - в межах одноетапної термообробки гранул, спіканням. Завдяки термічній обробці ці гранули укріплюють таким чином, щоб при необхідності термооброблені об'єкти були придатні до транспортування, істотно між окремими етапами технологічного процесу. За потреби, перед спіканням гранули можуть бути попередньо нагріті. Термооброблені об'єкти за бажанням можуть бути переміщені, істотно повністю між окремими етапами технологічного процесу. Термооброблені об'єкти за бажанням можуть бути зменшені для їх переміщення між окремими етапами технологічного процесу або технологічними установками. Спечені і, таким чином, зміцненні гранули використовують як матеріал в процесі плавлення, який здійснюється за відновлюваних умов, і в цьому випадку отримують продукт плавлення нікельвмісні феросплави, ферохромнікель.

Зазначена патентна публікація WO 2010/092234, таким чином стосується переважно виробництва нікельвмісних гранул шляхом спікання. Зокрема, умови плавлення спечених гранул саме не описано. Під час описання енергоефективність, однак, відзначають, що нікель, який міститься в гранулах каталізує відновлювання хрому в гранулах і, таким чином, зменшує питому витрату, переважно вуглецю - відновника у виробництві феросплавів.

Виявили, що нікель, який міститься в котунах не тільки каталізує відновлення хрому в котунах хроміту, але нікель, який міститься в шихті, яку подають для виплавляння хроміту в процесі плавлення покращує відновлення всіх основних металевих компонентів, залізо, хром і нікель, які містяться в шихті, що подають до плавильної печі. Метою цього винаходу є, застосування цього ефекту та отримання більш ефективного способу ніж були раніше, збільшуючи ступінь відновлення в процесі плавлення хроміту, причому це відновлення металевих компонентів у хроміту під час плавлення поліпшується шляхом легування матеріалу, який повинен входити до нікельвмісної шихти і одночасно отримання попереднього сплаву ферохромнікелю, придатного для виробництва нержавіючої сталі. Суттєві ознаки зазначені в поданій формулі винаходу.

Згідно з цим винаходом, перед плавленням нікельвмісного матеріалу легують сировину, яка використовується у виробництві феросплавів, наприклад, хроміт, в цьому випадку наявність нікелю покращує відновлення металевих компонентів, які містяться у шихті, причому, нікельвмісний матеріал також зазнає відновлення як металевий компонент в феросплаві. Згідно з цим винаходом, через кількість L нікелю, що додають до феросплаву переважно може бути досягнута відповідна ступінь відновлення металевих компонентів у феросплаві та одночасно отриманий феросплав, який містить бажану кількість нікелю, у вигляді сплавів ферохромнікелю, які мають різний вміст нікелю. Сплави ферохромнікелю, які містять потрібний вміст нікелю можуть бути використані, наприклад, для виробництва різних нержавіючих сталей, наприклад, аустенітних або дуплексних нержавіючих сталей.

У способі за цим винаходом може бути використано як нікельвмісну сировину, принаймні частково, оксид нікелю, принаймні частково, нікелеву руду та/або збагачений нікель або, принаймні частково, проміжний нікельвмісний продукт, отриманий шляхом вилуговування та/або осадження нікелевих руд та/або збагаченого нікелю. В процесі плавлення нікельвмісну сировину подають разом з ферохромовою сировиною. Перед подачею в плавильну піч нікельвмісну сировину попередньо обробляють або так, що з нікельвмісної сировини разом з сировиною ферохрому отримують спечені гранули, або нікельвмісну сировину окремо попередньо обробляють до котунів хроміту. Можливо попередньо обробити нікельвмісну сировину таким чином, що одну частину нікельвмісної сировини, яка подається в плавильну піч попередньо обробляють разом з котунами хроміту, а другу частину нікельвмісної сировини окремо попередньо обробляють до котунів хроміту. Завдяки різним способам попередньої обробки нікельвмісної сировини, яка подається до плавильної печі забезпечують відновлення різних металевих компонентів використовуючи, наприклад, частково проміжний продукт нікельвмісного гідроксиду, частково сульфідний або латеритний збагачений нікель.

Нікельвмісна сировина, яку використовують в способі за цим винаходом, переважно являє собою проміжний продукт нікельвмісного гідроксиду із шахт чи інших гідрометалургійних процесів, такий проміжний продукт осаджують з латеритних та/або сульфідних розчинів

нікелевих руд та/або збагачених нікельвмісних сульфідних руд. Таким проміжним продуктом нікельвмісного гідроксиду є, наприклад, проміжний нікельвмісний продукт, отриманий від вилугування під тиском, або під атмосферним тиском, або від кучного вилугування латеритної або сульфідної нікелевої рули або збагаченого нікелю, а також нікельвмісного проміжного продукту розчинів рідинної екстракції, реекстрагентів або екстракційних розчинів, отриманих від процесів рідинної екстракції або іонообмінних процесів нікельвмісних матеріалів. В способі за цим винаходом як вихідний матеріал можна використовувати також карбонати або сульфати нікельвмісних матеріалів. Крім того, збагачений сульфідний нікель та гідрометалургійно осаджений проміжний продукт сульфиду нікелю придатні як нікельвмісна сировина для способу, що заявляється.

Згідно з цим винаходом, кількість нікельвмісної сировини, що подається в плавильну піч знаходиться в межах від 5-25 мас%, переважно 10-20 мас% від загальної маси попередньо обробленого матеріалу, що подається до плавильної печі. При регулюванні кількості вмісту нікелю, що подають в плавильну піч досягають сприятливих енергоекономічних умов щодо вимог відновлення та/або виробництва попереднього сплаву ферохромнікелю, придатного для виробництва відповідної нержавіючої сталі в кожному випадку. Використовуючи невелику кількість нікельвмісної сировини, ступінь відновлення залишається низьким, в цьому випадку отримують феросплав з низьким вмістом нікелю, ферохромнікель. Такий феросплав з низьким вмістом нікелю є більш придатним попереднім сплавом головним чином при виробництві дуплексних марок нержавіючої сталі. Використовуючи збільшену кількість нікельвмісної сировини, ступінь відновлення збільшується, при цьому вміст нікелю в плавильному продукті також є більшим. Такий вид ферохромнікелів із збільшеним вмістом нікелю краще використовувати у виробництві аустенітних нержавіючих сталей з високим вмістом нікелю.

Згідно зі способом за цим винаходом, під час попередньої обробки нікельвмісної сировини, що подається в плавильну піч, краще враховувати склад і мікроструктуру нікелевої сировини. Якщо нікельвмісною сировиною є, наприклад нікельвмісний проміжний продукт отриманий з шахт або інших гідрометалургійних процесів, які осаджують з розчинів нікельвмісних розчинів, цей проміжний продукт потребує виконання попередньої обробки в тому числі і прожарювання при високій температурі, попередню обробку нікельвмісної сировини виконують разом з виробництвом котунів хроміту і спіканням котунів. Альтернативно, якщо нікельвмісною сировиною для способу згідно з цим винаходом є матеріал, такий як, наприклад, оксид нікелю, нікельвмісна руда та/або збагачений нікель, який не потребує додаткове сушіння та будь-яку іншу попередню обробку при підвищеній температурі, то нікельвмісну сировину можна подавати в плавильну печі разом з котунами хроміту. Мікроструктура і склад нікельвмісної сировини також може бути такими, що краще виконувати попередню обробку сировини окремо від гранулювання хроміту і подати нікельвмісну сировину для спікання гранул хроміту перед подачею в плавильну піч.

У способі за цим винаходом переважно використовують плавильні печі, які забезпечені обладнанням для попереднього нагріву таким чином, що подача в плавильну піч проходить через це обладнання попереднього нагріву. Згідно з цим винаходом попереднє оброблення нікельвмісної сировини проводиться також в обладнанні попереднього нагріву, причому нікельвмісна сировина подається не пізніше іншого матеріалу, який подається в плавильну піч. У плавильній печі нікельвмісну сировину разом з котунами хроміту переплавляють в ферохромнікель бажаного складу, цей ферохромнікель далі можуть використовувати згідно з його складу, переважно, наприклад, у виробництві аустенітних або дуплексних нержавіючих сталей.

Коли плавлення нікельвмісної сировини згідно з цим винаходом виконують переважно в закритій печі із зануреної дугою, газу монооксиду вуглецю, що утворюються при відновленні і плавленні можуть бути використані з одного боку, наприклад, під час спікання котунів хроміту, а також можливо під час іншої попередньої обробки та підігріву, або з іншого боку, наприклад, на різних етапах виробництва нержавіючої сталі, з плавильного продукту, ферохромнікелю.

Спосіб за цим винаходом більш детально описаний за допомогою прикладів.

#### Приклад

Зі збагаченого хроміту, який містить залізо, хром і проміжного продукту, що містить нікель, сформувавши суміш, в яку додали як зв'язувальну речовину 1,2 мас.% за вагою бентоніту і 3 мас.% за вагою шлакоутворювального матеріалу, флюс або вапняк, або воластоніт. У таблиці 1 представлено вміст хрому, заліза, нікелю, вуглецю і сірки в мас.% за вагою в суміші, в яку додають гідроксид нікелю 10 мас.% (Тест 1) і 20 (Тест 2). Крім того, в таблиці 1 вказаний еталонний матеріал (ЕМ) - суміш, в яку не додали гідроксид нікелю.

Таблиця 1

	Cr мас. %	Fe мас. %	Ni мас. %	C мас. %	S мас. %
ЕМ	28,3	18,3	0,3	0,12	0,06
Тест 1	26,5	16,8	5,3	0,10	0,03
Тест 2	24,4	15,1	10,1	0,10	0,03

Суміші містять зв'язувальну речовину і кожний наведений в таблиці 1 матеріал був гранульований і спечений. Частину спечених гранул подали в плавильну піч разом із шлакоутворювачем і агентом, що відновлює.

- 5 Матеріали з таблиці 1 розплавляли, і в таблиці 2 наведено вміст хрому, заліза, нікелю, вуглецю і кремнію в зазначених плавильних продуктах, і далі наведено вміст відновлених металевих компонентів, хрому, заліза і нікелю, в цьому розплавленому продукті. Вміст вуглецю складається згідно зі складу та рівноваги металевих сплавів. Партія, що подається, містить стільки вуглецю, що його також достатньо для відновлення кремнію в плавильному продукті.
- 10 Сплав, що подається, має оксид кремнію в сировині і у виробництві більшої частини подачі.

Таблиця 2

	Cr%	Fe%	Ni%	c%	S%	Cr%	Fe%	Ni%
ЕМ	53,5	33,4	0,36	8Д	2,4	88,9	90,3	-
Тест 1	49,8	30,1	7Д	6,7	2,8	86,6	88,7	86,0
Тест 2	46,2	26,9	13,3	6,1	4,2	91,5	90,1	88,6

- 15 Для частини спечених гранул було виконаний лабораторний термогравіметричний аналіз з метою контролю за ступенем відновлення металевих компонентів гранул, а саме, хрому, заліза і нікелю в умовах, які відтворюють процес плавлення в різних температурних зонах з максимальною температурою 1550° С. У таблиці 3 представлені результати термогравіметричного аналізу ступеня відновлення хрому ( $Cr_{met}/Cr_{tot}$ ), заліза ( $Fe_{met}/Fe_{tot}$ ) і нікелю ( $Ni_{met}/Ni_{tot}$ ) за температури 1400° С і 1550° С.

Таблиця 3

	( $Cr_{met}/Cr_{tot}$ ) %	( $Fe_{met}/Fe_{tot}$ ) %	( $Ni_{met}/Ni_{tot}$ ) %
ЕМ (1400 °С)	ІД	16,8	-
ЕМ (1550 °С)	6,1	47,2	-
Тест 1 (1400 °С)	2,6	37,4	67,3
Тест 1 (1550 °С)	15,4	70,6	78,9
Тест 2 (1400 °С)	5,2	56,7	79,1
Тест 2 (1550 °С)	57,4	94,3	99,1

- 20 Додавання нікельвмісної сировини в гранули при температурі 1550° С, в значній мірі збільшує ступінь відновлення хрому і заліза, хрому більше ніж на 15 %, а заліза більше ніж на 70 % при цьому ступінь відновлення нікелю зростає приблизно до 100 % вмісту нікелю у Тесті №2. Збільшення ступеня відновлення для всіх металевих компонентів, хрому, заліза і нікелю в спечених гранулах за допомогою додавання нікельвмісної сировини тим самим зменшує
- 25 необхідність використання коксу, як відновника для досягнення певних умов відновлення процесу плавлення.

### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 30 1. Спосіб одержання феросплавів, придатних для виготовлення нержавіючої сталі, який **відрізняється** тим, що плавлять збагачений хроміт з нікельвмісною сировиною, що подають у плавильну піч, причому нікельвмісну сировину попередньо оброблюють з урахуванням її складу і мікроструктури, при цьому кількість нікельвмісної сировини регулюють відповідно до загальної
- 35 кількості матеріалу, а збагачений хроміт подають у плавильну піч разом з нікельвмісною сировиною у такий спосіб, що завдяки доданій кількості нікельвмісної сировини, під час плавлення, досягають бажаного ступеня відновлення для металевих компонентів феросплаву.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що нікельвмісна сировина подається у кількості 5-25 мас. %, переважно 10-20 мас. % від загальної кількості матеріалу, який подають в плавильну піч.
3. Спосіб за будь-яким з пп. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що під час виплавляння відновлюють принаймні 2,6 % хрому, який міститься в збагаченому хроміті.
4. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що під час виплавляння відновлюють принаймні 37,4 % заліза, яке міститься в збагаченому хроміті.
5. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що принаймні одну частину нікельвмісної сировини подають у плавильну піч у вигляді котунів, отриманих зі збагаченого хроміту.
6. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що принаймні одну частину нікельвмісної сировини перед поданням в плавильну піч, попередньо обробляють окремо від котунів збагаченого хроміту.
7. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що до плавильної печі як нікельвмісну сировину подають принаймні частково оксид нікелю.
8. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що до плавильної печі як нікельвмісну сировину подають принаймні частково нікельвмісну руду та/або збагачений нікель.
9. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що до плавильної печі як нікельвмісну сировину подають принаймні частково нікельвмісний проміжний продукт, який отримують шляхом вилуговування та/або осадження нікелевих руд та/або збагаченого нікелю.
10. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що до плавильної печі подають принаймні частково нікельвмісний проміжний продукт, який отримують вилуговуванням під тиском латеритних або сульфідних нікелевих руд або збагаченого нікелю.
11. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що до плавильної печі подають принаймні частково нікельвмісний проміжний продукт, який отримують вилуговуванням під атмосферним тиском латеритних або сульфідних нікелевих руд або збагаченого нікелю.
12. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що до плавильної печі подають принаймні частково нікельвмісний проміжний продукт, який отримують кучним вилуговуванням латеритних або сульфідних нікелевих руд або збагаченого нікелю.
13. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що до плавильної печі подають принаймні частково нікельвмісний проміжний продукт нікельвмісних розчинів рідинної екстракції.
14. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що до плавильної печі подають принаймні частково нікельвмісний проміжний продукт нікельвмісних реекстрагентів.
15. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що до плавильної печі подають принаймні частково нікельвмісний проміжний продукт нікельвмісних екстракційних розчинів.
16. Спосіб за будь-яким з пунктів 1-9, який **відрізняється** тим, що до плавильної печі як нікельвмісний матеріал подають частково збагачений нікель, частково нікельвмісний проміжний продукт, який отримують шляхом вилуговування та/або осадження нікелевих руд та/або збагаченого нікелю.

---

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

---

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

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