

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

216653
(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
C 21 C 7/10

(22) Přihlášeno 21 03 72
(21) (PV 1883-72)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 25 03 71
(P 21 14 600.9)
Německá spolková republika

(40) Zveřejněno 10 09 81

(45) Vydáno 15 12 84

(72) (73)
Autor vynálezu
a současně
majitel patentu

KUTSCHER HORST dr., DORTMUND (NSR)

(54) Způsob oduhličování vysoce legovaných ocelí ve vakuu

1

Vynález se týká způsobu oduhličování vysoce legovaných ocelí ve vakuu, dmýcháním kyslíku do ocelové taveniny nebo na tuto taveninu.

Je známo oduhličování vysoce legovaných chromových ocelí ve vakuu dmýcháním kyslíku do ocelové taveniny nebo na tuto taveninu, aby se zabránilo ztrátám chromu. Nedostatkem tohoto způsobu je obtížné seřízení určité konečné hodnoty obsahu uhlíku ve vakuu. Přitom se dosud postupovalo odhadem. Pro silně kolísající podmínky zkujňování, na které působí četné okolní vlivy, je zde nebezpečí, že např. kolísáním množství přiváděného kyslíku se nedosáhne, nebo se překročí požadovaný obsah uhlíku. V tomto případě lze dosáhnout požadovaného složení teprve po několikerém odebrání vzorků ve vakuu, vyčkání výsledků analýzy a následujícím dodatečným dmýcháním kyslíku nebo nauhličením.

Uvedené nedostatky odstraňuje způsob oduhličování vysoce legovaných ocelí ve vakuu, zejména chromových ocelí dmýcháním kyslíku do ocelové taveniny nebo na tuto taveninu podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že vysoce legovaná ocel s vysokým obsahem uhlíku se oduhličuje ve vakuu až po náhlý pokles teploty spalín nejméně o 20 °C, poté se teplota taveniny

2

změří a složení lázně se opraví v souladu s rovnovážnými obsahy uhlíku a chromu, vyplývajících ze změřené teploty taveniny.

Podle vynálezu je výhodné, když se složení taveniny opravuje přidáním legujících prostředků a/nebo dodatečným dmýcháním kyslíku. Před opravou složení taveniny se do ní nejdříve zavádí prvek, exotermicky se slučující s kyslíkem.

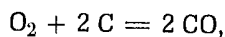
Způsobem podle vynálezu lze s provozní jistotou nastavit určitý konečný obsah uhlíku, aniž by bylo třeba během zpracování odebrat vzorky.

Způsob podle vynálezu umožňuje s jistotou dosáhnout nízkých obsahů uhlíku bez časově náročných analýz a významnějších ztrát chromu. Proto je tento způsob vhodný pro použití při zpracování velkých šarží.

Tento způsob podle vynálezu je dále podrobně popsán na příkladech provedení. Chromem legovaná ocel se známým způsobem v peci roztaví, přičemž obsah chromu, niklu, fosforu a síry se seřídí zhruba na požadovanou hodnotu. Obsah uhlíku v tavenině leží při zkujňování v peci značně nad určenou hodnotou, aby se zabránilo ztrátám chromu a činí např. přibližně 0,2 až 1,0 proc. Tavenina se odpichuje bez strusky nebo s malým množstvím strusky a odplyňuje se např. v zařízení s odplyňovací pánví po-

případě za míchání pomocí argonu, přičemž se tlak sníží přibližně na 1,33 kPa. Pak se pomocí dmýchací trubky dmýchá do vakuové nádoby, popřípadě do taveniny nebo na ni kyslík. V souladu s dmýchaným množstvím kyslíku teplota ve vakuové nádobě stoupá.

Ježto kyslík se slučuje s uhlíkem taveniny exotermicky podle rovnice



uvolňuje se značné množství tepla a značně se též zvýší teplota plynů odsávaných z vakuové nádoby.

Zvýšení teploty se využívá pro sledování oduhlíčování technikou měření. Vývěvy se např. dimensují tak, aby i při výskytu určitého množství CO zůstal tlak v pracovní nádobě v rozsahu mezi 1,33 až 4 kPa. Pokusy bylo prokázáno, že při dodržení tohoto tlakového rozsahu v pracovní nádobě je možné provádět oduhlíčování až do hodnoty, která odpovídá rovnováze CO asi 6,66 kPa v časech přiměřeně hospodárných. Obsah uhlíku v tavenině při rovnováze CO odpovídající 6,66 kPa závisí na množství kyslíku v tavenině, které je k dispozici pro reakci SO, a které opět závislé na teplotě taveniny a jejím obsahu chromu. Z přiloženého diagramu je zřejmé, že při daném parciálním tlaku CO, aniž by chrom byl zasažen zestruskováním, je množství kyslíku tím větší, čím je teplota taveniny vyšší. Podle toho je dosažitelný konečný obsah uhlíku tím nižší, čím je teplota taveniny vyšší.

Aby se dosáhlo konečného obsahu uhlíku, je třeba dmýchat kyslík a odsávat tak dlouho, až se reakce CO v důsledku dosažené rovnováhy přeruší. Dmýchá-li se dále, způsobí se nežádoucí zestruskování chromu. Dosažení rovnovážného stavu lze poznat z toho, že náhle poklesne teplota odsávaných plynů v důsledku přerušení exotermického vývoje CO z reakce kyslíku s uhlíkem.

Měřením teploty v tavenině, v okamžiku poklesu teploty se kontroluje dosažený obsah uhlíku. Je-li tato hodnota nižší, než hodnota určená, může se do taveniny neprodleně přidat ve vakuu uhlík. Je-li naopak dosažený obsah uhlíku v tavenině vyšší než je požadováno, pak se do taveniny ve vakuu přidává prvek, který má vysokou sloučitost s kyslíkem a reaguje silně exotermicky, například křemík. Přidávané množství křemíku se volí tak, aby spalováním s přiváděným kyslíkem se dosáhlo teploty potřebné pro seřízení určeného množství uhlíku. Při krátkodobém dodatečném dmýchání kyslíku teplota opět stoupne, až se dosáhne určeného obsahu uhlíku, což opět lze poznat z náhlého poklesu teploty odváděných plynů.

Popsaný způsob lze přirozeně provádět tak, že z teploty, odpovídající určenému obsahu uhlíku a ztrátě tepla, která by nastala po přiměřené době odplyňování bez

přivádění kyslíku a z reakčního tepla reakce CO se vypočítá potřebná teplota na počátku zpracování ve vakuu. Tato teplota taveniny se seřídí při odpichu nebo je-li teplota taveniny příliš nízká, pak se potřebné množství křemíku přidává před, nebo během zpracování ve vakuu, aby se u kyslíkových bublin, způsobujících oduhlíčování, dosáhlo žádané teploty lázně a tím určeného obsahu uhlíku. Potřebnou teplotu odpichu u taveniny lze stanovit na základě známých údajů podle tohoto vztahu:

$$T_0 = T_E + \Delta T_A + \Delta T_H - T_R$$

přičemž značí:

T_0 teplotu odpichu;

T_E konečnou teplotu potřebnou pro oduhlíčení podle diagramu na výkresu;

ΔT_A pokles teploty při odpichu;

ΔT_H pokles teploty taveniny ve vakuové pánvi od konce odpichu až do konce dmýchání lze přitom s dostatečnou přesností dosadit dobu 10 až 15 minut. ΔT_H se tedy skládá z veličin závislých na provozu, které lze snadno zjistit;

T_R reakční teplo, které vyplývá z reakce mezi kyslíkem a uhlíkem, jakož i s jinými prvky, slučujícími se s kyslíkem. Pro stanovení hodnoty T_R lze použít této rovnice:

$$T_R = 300 \cdot (\% \text{ Si}) + 140 \cdot (\% \text{ C}) + 350 \cdot (\% \text{ Al}) + 130 \cdot (\% \text{ Cr}) + 90 \cdot (\% \text{ Mn})$$

Z toho vyplývá, že při teplotě odpichové příliš nízké, lze přidávat proto, aby se zabránilo příliš dlouhé době zpracování v peci, křemík nebo hliník ve vakuu před dmýcháním kyslíku, kterým se zvyšuje hodnota T_R v rozsahu, v kterém T_0 je příliš nízké.

Způsob podle vynálezu je dále vysvětlen na dvou příkladech.

Příklad 1

Tavenina o hmotnosti 50 tun se složením v % hmot.

0,5	% uhlíku
0,35	% křemíku
0,5	% manganu
18,0	% chromu
10,0	% niklu
0,015	% síry
0,03	% fosforu

byla odpíchuta při teplotě 1630 °C. Pánev byla vložena do vakuové nádoby a tato byla evakuována.

V souladu s obsahem kyslíku v tavenině došlo k lehké reakci CO a v důsledku toho k poklesu obsahu uhlíku asi o 0,02 %. Při dosažení tlaku 1,33 kPa byla nad lázeň uvedena dmýchací trubka a dmýchán proud

kyslíku o hmotnostním průtoku 1800 kg.h^{-1} . Okamžitě nastalá prudká reakce CO způsobila zvýšení teploty spalin, měřené na počátku sacího potrubí, z hodnoty asi 300°C na přibližně 500°C . Asi po 12 minutách teplota spalin náhle klesla. Přívod kyslíku byl okamžitě odpojen. Měřením byla zjištěna teplota lázně 1770°C , což odpovídá (z diagramu na výkresu) obsahu uhlíku 0,01 %.

Poté bylo složení taveniny opraveno přidáním

500 kg ferromanganu (80 % Mn, 1 % C),
150 kg ferrochromu (70 % Cr, 1,5 % C) a
480 kg ferrosilicia (75 % Si).

Tím vznikla tavenina se složením

0,025 % uhlíku
0,7 % křemíku
1,3 % manganu
18,0 % chromu
10,0 % niklu
0,03 % síry
0,03 % fosforu

v souladu s požadovaným obsahem uhlíku 0,02 až 0,03 %.

Příklad 2

Tavenina o hmotnosti 50 tun se složením

0,3 % uhlíku
0,5 % křemíku
1,0 % manganu
17,0 % chromu
10,0 % niklu
0,01 % síry
0,025 % fosforu

byla odpíchuta při teplotě 1600°C a vložena do vakuové nádoby. Po dosažení tlaku 1,33 kPa ve vakuové nádobě bylo zkujňováno pomocí kyslíkového proudu o hmotnostním průtoku 1000 kg.h^{-1} . Po 10 minutách teplota spalin klesla. Teplota oceli činila 1670°C . Podle diagramu na výkresu tím bylo dosaženo obsahu uhlíku asi 0,022 %. Předepsaný obsah uhlíku v hotové tavenině však činil nejvýše 0,03 % uhlíku a nejméně 17,5 % chromu. Podle toho bylo třeba přidat nejméně 1 % chromu. Přidáním ferrochromu s obsahem 1,5 % uhlíku bylo třeba počítat se vzestupem obsahu uhlíku o 0,021 %. Bylo přidáno 750 kg ferrochromu (70 % Cr), jakož i 130 kg ferrosilicia (75 % Si). Tím došlo k poklesu teploty taveniny na 1630°C a vzestupu obsahu uhlíku na 0,05 proc. Ještě bylo krátce dmýcháno proudem kyslíku 100 kg.h^{-1} . Přitom teplota stoupla asi o 25°C a po době sotva 2 minut došlo k náhlému znatelnému poklesu teploty. Při opětovném měření teploty v tavenině byla zjištěna teplota 1650°C , odpovídající obsahu 0,025 % uhlíku. Poté bylo ve vakuu přidáno 500 kg ferrosilicia (75 % Si) a promíseno. Konečnou analýzou bylo zjištěno složení

0,025 % uhlíku
0,7 % křemíku
0,9 % manganu
17,8 % chromu
10,0 % niklu
0,01 % síry
0,025 % fosforu

což odpovídalo požadavkům.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob oduhličování vysoce legovaných ocelí ve vakuu, zejména chromových ocelí, dmýcháním kyslíku do ocelové taveniny nebo na tuto taveninu, vyznačený tím, že legovaná ocel s vysokým obsahem uhlíku se oduhličuje ve vakuu až po náhlý pokles teploty spalin nejméně o 20°C , poté se teplota taveniny změní a složení lázně se opraví v souladu s rovnovážnými obsahy uhlíku a chromu, vyplývajícími ze změřené teploty taveniny.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že složení lázně se opravuje přidáním legujících prostředků a/nebo dodatečným dmýcháním kyslíku.

3. Způsob podle bodu 2, vyznačený tím, že před opravou složení lázně se do taveniny nejdříve zavádí prvek, exotermicky se slučující s kyslíkem.

