

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

**2003-2815**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **15.10.2003**  
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu:  
**(Věstník č: 6/2004)**

(51) Int. Cl. :  
**C 21 C 5/28**  
**C 21 C 7/076**

(71) Přihlašovatel:

RACLAVSKÝ Milan Ing. CSc., Ostrava - Poruba, CZ  
ADELT Milan Ing. CSc., Kladno, CZ  
MOULIS Vlastimil Ing. CSc., Mirošov, CZ  
GORA Pavel Ing. MBA, Třinec, CZ

(72) Původce:

Raclavský Milan Ing. CSc., Ostrava - Poruba, CZ  
Adelt Milan Ing. CSc., Kladno, CZ  
Moulis Vlastimil Ing. CSc., Mirošov, CZ  
Gora Pavel Ing. MBA, Třinec, CZ

(74) Zástupce:

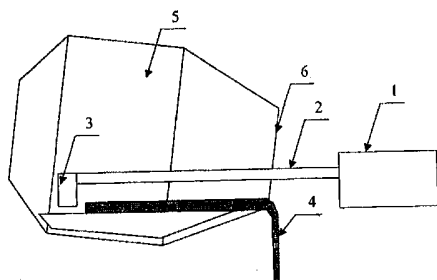
Adelt Milan Ing. CSc., Zd. Petříka 2010, Kladno, 27201

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob výroby tekuté oceli s použitím recyklace  
strusky v konvertoru a pomocné zařízení k  
provádění tohoto způsobu**

(57) Anotace:

Struska z konce procesu výroby oceli v konvertoru se použije znovu na počátku zkujňování oceli, přičemž po zoxidování křemíku se struska odtahuje a nahrazuje novou struskou, vznikající po přidání vápna. Struska tedy není odstraňována na konci procesu výroby oceli, ale uprostřed procesu. Dosahuje se tím snížení množství strusky a zachování požadované jakosti kovu při zvýšení výtěžnosti kovu. Pomocné zařízení (3, 9) usnadňuje stažení strusky (4).



CZ 2003 - 2815 A3

## Způsob výroby tekuté oceli s použitím recyklace strusky v konvertoru a pomocné zařízení k provádění tohoto způsobu

### Oblast techniky

Vynález se týká způsobu a zařízení k výrobě tekuté surové oceli v konvertoru s horním dmýcháním. Vynález řeší omezení ztráty železa ve strusce při vylévání strusky z konvertoru, a to změnou technologického postupu zkujňování oceli. K zajištění této technologie je možno konvertor rozšířit o technické zařízení usnadňující stažení strusky.

### Dosavadní stav techniky

Je znám způsob výroby tekuté oceli v konvertorech. Tento způsob je v mnoha případech modifikován na místní podmínky a zejména surovinové zdroje, které určují vlastnosti, zejména chemické složení tekutého surového železa.

Obvyklý postup při výrobě oceli ze směsi tekutého surového železa s chemickým složením  $0,3\text{--}1,2\%$  Si, nízkým obsahem fosforu a ostatních příměsí kromě uhlíku s obsahem větším než 4 % je následující: Po ukončení sázení a postavení konvertoru do pracovní polohy začíná proces zkujňování. Horní kyslíková tryska pracuje z počátku v horní poloze (není to však podmínkou) a po dobu zhruba  $2\text{--}3$  minuty oxiduje křemík a také železo, což kladně působí na vznik aktivní strusky. Po ukončení úvodní etapy se horní tryska zpravidla přibližuje lázni a při souběžném dmýchání se dodává v jednotlivých dávkách vápno. V procesu vzniká velké množství strusky s poměrně vysokým obsahem oxidů železa rovněž drobných granálí kovového železa. Celkový obsah železa ve strusce je vyšší než 15%. Tato hodnota je ovlivněna požadovaným obsahem uhlíku v lázni. Vyšší obsahy uhlíku vedou k nižším obsahům železa ve strusce. Při velmi nízkých obsazích uhlíku v surové oceli je obsah železa ve strusce podstatně vyšší. Pro nízké konečné obsahy uhlíku přesahuje někdy hodnotu 30%. Nízké obsahy uhlíku jsou požadovány zejména u značek oceli s požadovanou nízkou hodnotou fosforu.

Jsou známy i jiné procesy vycházející například ze surového železa s vysokým obsahem fosforu v rozmezí  $1,5\text{--}2,2\%$  nebo pro nižší obsahy  $0,5\text{--}1,0\%$ . Podstatnou vlastností je odfosfoření surového železa při poměrně vysokých obsazích uhlíku v roztaveném kovu. Proces a hlavně manipulace se struskou musí zajistit dosažení požadovaných hodnot fosforu na konci procesu. Ve světě jsou známy procesy pro zpracování fosfornatého surového železa pod následujícími

zkratkami. LD-AC (proces uplatňovaný v Belgii a okolních státech, proces OLP (Francie) a proces PL uplatňovaný zejména v Německu. Tyto procesy postupně upadají se zánikem ložisek železné rudy s vysokým obsahem fosforu. Podstatou těchto procesů je práce se dvěma<sup>a</sup> nebo více struskami v konvertoru. Po úvodní etapě zkujňování je první struska s vysokým obsahem fosforu stažena z konvertoru (obsah oxidů fosforu dosahuje 25 %) a následně je vytvořena další struska, která postupně odstraňuje zbývající fosfor až na hodnoty fosforu v kovu pod 0,02 %. V případě velmi vysokých obsahů fosforu v surovém železe jsou známy případy, ve kterých se provádí dvojí stažení strusky v průběhu zkujňování.

Některé procesy pracují se souběžným dmýcháním kyslíku shora společně s prachovým vápnem.

V Japonsku se v širší míře používá předzpracované surové železo se sníženým obsahem křemíku, fosforu a síry. Ve vlastním ocelářském procesu není třeba odstraňovat tyto doprovodné prvky a proto je možno pracovat s minimem strusky.

Kromě konvertorů s horním dmýcháním jsou známy konvertory s kombinovaným dmýcháním. I v těchto konvertorech lze s určitými úpravami zpracovávat výše uvedené suroviny.

Vzhledem k rozdílným cenám šrotu (kovonosný odpad) a tekutého surového železa (produkt procesů ve vysoké peci) je snahou snížit měrnou cenu vsázky zvýšením podílu šrotu. Tohoto se dosahuje přísadou uhlí nebo koksu v úvodní etapě procesu zejména pak při sázení nebo nalévání surového železa. Takto přísazený uhlík při spalování kyslíkem uvolňuje teplo a toto teplo je využito pro pokrytí tepla potřebného pro tavení tuhé vsázky případně pro ohřev taveniny.

Další způsob snížení měrné ceny vsázky je přísada různých odpadů, které šetří pálené vápno a nebo obsahují větší množství železa, a to jak v oxidické, tak i v metalické formě. Úspory náhradou odpady jsou aplikovány rovněž v jiných agregátech. Příkladem je recyklace strusky z konvertoru ve vysoké peci jako náhrada vápence. Tento postup vedle nesporných výhod má i nevýhody. Hlavní nevýhodou je redukce fosforu ve vysoké peci a následné zvýšení obsahu fosforu v surovém železe. Tento fosfor je v oceli nepřijatelný a musí být v ocelářském procesu odstraněn.

V některých případech je část strusky ponechána v konvertoru. Tato struska je, po možné úpravě chemického složení, horní tryskou rozstříknuta na stěny konvertoru a slouží jako její ochrana v dalším procesu.

V Japonsku byl také vyvinut proces umožňující odfosfoření surového železa v konvertoru s následným zkujňením. Tento proces byl vyvinut firmou Nippon Steel Corporation a byl

patentován pod číslem US 5 868 817 a v Evropě pod číslem EP 0 714 989. Tento proces využívá stažení minimálně 60 % strusky po odkřemičtění a odfosfoření. Celý proces úvodního zkujňování je veden tak, aby teplota na jeho konci nepřesáhla 1200 až 1450 °C. Toto teplotní omezení snižuje množství zpětné redukce fosforu ze strusky. Po odkřemičení a odfosfoření je struska stažena a je vytvářena nová struska. Nová struska je využita v konvertoru v průběhu následného oduhlíčení a zůstává v konvertoru i po odpichu oceli. Množství strusky k recyklaci může být až 30 kg/t. Pro kontrolu bazicity strusky je v úvodní etapě přidáváno malé množství páleného vápna jako tavidlo nebo vápence pro ochlazení strusky. Bazicita této strusky je od 0,7 do 2,5. Cílem uvedeného postupu je zejména zjednodušit rafinaci surového železa odstranit potřebu dodatkového zařízení pro odfosfoření surového železa.

Uvedená technologie řeší problematiku odfosfoření surového železa, nepředpokládá možnost přehřevu šrotu. Množství použitého šrotu je omezeno 25 % při obsahu křemíku kolem 1 % .

Jsou známy dále patenty US 5 417 740, US 5 286 277 a WO95/35394 popisující přehřev šrotu v ocelářské peci. Tyto patenty jsou zejména zaměřeny na rozšíření možnosti zpracování šrotu v konvertoru. I tyto patenty popisují recyklaci strusky v konvertoru. Struska z konce jedné tavby je použita v druhé a tato struska napomáhá vzniku nové strusky. Podmínky pro stažení první strusky jsou stanoveny následovně: je zoxidováno nejméně 60 % křemíku ze surového železa a je nadmýháno maximálně 50 % celkového kyslíku. Bazicita strusky před prvním stažením je minimálně 1,4 a optimálně 2,2. Teplota taveniny v okamžiku stažení strusky je minimálně 111 °C a optimálně 222 °C pod žádanou teplotou při odpichu oceli. I v tomto případě je chemismus strusky upravován přísadou bazických složek strusky před sázením šrotu. Protože cílem patentu je zvýšit průsadu šrotu, je zde kladen důraz na vyšší stupeň došpálení zejména CO na CO<sub>2</sub>.

Stahování strusky v ocelářském procesu je známý postup, který byl uplatňován i na Siemens-Martinském procesu i na elektrických obloukových pecích v případě vyšších obsahů fosforu v surovém železe i v konvertorech. Potřeba stažení strusky vychází z protichůdných požadavků na strusku v různých fázích ocelářského procesu. Nejsnadnějším způsobem jak dosáhnou změny vlastností strusky je její alespoň částečná výměna.

Všechny výše uvedené patenty upravují bazicitu strusky před nalitím surového železa, nezasahují do toku materiálu v ocelárně, a to zejména do výměny materiálu mezi vysokými pecemi a konvertorem a neřeší problematiku rozpadavosti vzniklé strusky a následného využití strusky. Výše

popsané patenty dále neřeší problematiku jímání plynu. Dalším nedostatkem uvedených technologických postupů je nevyřešená stabilizace složení strusky v procesu a možnost řízení bazicity strusky při stahování strusky a při odpichu oceli. Navržené postupy nepočítají s konečnou úpravou kovu v závěru dmýchání kyslíku. Výše uvedené důvody vedou pravděpodobně k omezenému využívání technologie stahování strusky uprostřed konvertorového procesu.

Množství strusky tvořené v LD procesu je podle BAT (Best Available Technique) mezi 85 až 110 kg/t, což představuje  $8,5 \times 10^{-11}$  <sup>α2</sup> %. Toto množství strusky neobsahuje strusku z předchozího odsíření surového železa a strusku ze sekundární metalurgie.

### Podstata vynálezu

Hlavní výhodou způsobu dle vynálezu je zlepšení využití železa ze vsázky a to současně dvojnásobem. Za prvé snížením množství strusky a za druhé snížením obsahů oxidů železa ve strusce. Navrženým postupem lze ušetřit více než jedno procento kovu ve vsázce.

Proces je určen pro zpracování nízko fosforatých surových želez v konvertoru s horním dmýcháním nebo v konvertorech s horním dmýcháním v kombinaci se spodním mícháním. Pro proces s kombinovaným dmýcháním je proces použitelný, jestliže je soustavným dmýcháním zabráněno průniku kovu nebo strusky do spodních dmyšen.

Odstranění doprovodných prvků v konvertoru je prováděno odlišně od současného procesu. Změna spočívá ve stažení strusky po úvodní oxidaci křemíku a fosforu. V následující etapě procesu je vytvořena nová struska s vysokou bazicitou a vysokým obsahem oxidů železa. Tato struska je společně se zbytkem surové oceli zanechána v konvertoru a je recyklována v další tavbě. Dalšího snížení fosforu je možno dosáhnout omezením recyklace strusky z konvertoru přes vysokou pec a tím i podstatným omezením přísunu fosforu do vysoké pece a následně i do konvertoru jako součást surového železa.

Vlastní proces v konvertoru je možno popsat takto:

Na konci obvyklého technologického postupu je v konvertoru surová ocel s obsahem uhlíku pod 0,1 % a požadovanou teplotou například kolem 1640 °C, současně je v konvertoru až 15 % strusky s bazicitou vyšší než 2,5. Tato struska je při novém postupu stažena jen částečně a je z poloviny ponechána v konvertoru. Na tuto strusku a tekutý zbytek je nasypán šrot.

Je možno provést přehřev šrotu přísazeným uhlím nebo koksem. Po nalití surového železa je možno pokračovat ve dmýchání kyslíku samostatně nebo společně s antracitem či koksem. V této etapě je vzhledem k nízké teplotě a poměrně reaktivní strusce z předchozí tavby zahájena oxidace křemíku a po jejím skončení i oxidace fosforu. Struska postupně snižuje bazicitu a tím klesá i její viskozita. Po zoxidování křemíku a větší části fosforu je proces dmýchání kyslíku přerušen. Horní tryska je z konvertoru vytažena tak, aby se umožnilo sklopení konvertoru do polohy kdy je možné provést stažení strusky. Stažení strusky je možné samovolným vytečením strusky nebo některým technickým prostředkem. Vytékání strusky lze podpořit napěněním strusky přidáním uhlí s velkým podílem těkavých složek. Toto řešení může vyvolat následné problémy s manipulací s vyteklou struskou z důvodů velkého objemu strusky. Vhodnější řešení je mechanické stažení nebo vyfoukání strusky pomocnou tryskou.

Po stažení strusky je pokračováno ve zkujňování dmýcháním kyslíku shora. Současně je vytvářeno malé množství nové strusky s vysokou bazicitou. V závěru procesu je při nízkém obsahu uhlíku dokončeno odfosfoření. Vzniklá struska je po odlití kovu ponechána v konvertoru a slouží jako základ pro vytvoření strusky pro první část procesu. Takto může proces pokračovat podle potřeb provozu a technického stavu konvertoru.

#### Přehled obrázků na výkresu<sup>ach</sup>

Pomocné zařízení k vynálezu, které však není nezbytnou součástí způsobu výroby dle vynálezu, je blíže osvětleno na přiložených výkresech, kde na obr. 1 je znázorněno zařízení pro stahování strusky. Na obrázku č. 2 je alternativní zařízení využívající trysky pomáhající stáhnou strusku z konvertoru.

#### Příklady provedení způsobu vynálezu

##### Příklad 1 (Přechod ze stávající technologie při aplikaci technologie bez přehřevu)

Pro objasnění způsobu dle vynálezu je uveden příklad výroby tekuté oceli v konvertoru s hmotností taveniny 200 t. V konvertoru byla ponechána část strusky z předchozí tavby vyráběné obvyklou technologií v množství <sup>10</sup>12 t, případně je zvýšena bazicita. Část strusky z předchozího procesu je ponechána v konvertoru společně se zbytkem surové oceli v množství asi 5 t. Na tuto strusku je možno přisadit šrot pomocí transportního koryta. Množství šrotu je cca 50 t a množství

surového železa je 160 t. Při zkujňování je nejprve oxidován křemík ze surového železa. Produkty oxidace reagují se struskou a snižují její bazicitu. S poklesem bazicity klesá i viskozita strusky. Množství nově vzniklé strusky je kolem tří tun. Část oxidů železa je ze strusky redukována křemíkem a uhlíkem ze surového železa. Tím se kromě bazicity snižuje i obsah lehce redukovatelných oxidů. Proces zkujňování je přerušen při teplotě nižší než 1590 °C, optimálně 1530 °C. Vzniklá struska v množství  $12\frac{1}{4}$  t je stažena z konvertoru. Po ustavení konvertoru zpět do pracovní polohy se pokračuje ve zkujňování. Do procesu je přisazeno kusové vápno případně další struskotvorné přísady, v množství 4 t. Toto vápno společně se zbytky strusky, kterou se nepodařilo stáhnout tvoří novou strusku. Proces je ukončen při dosažení požadované koncentrace uhlíku a teplotě. Následuje odpich oceli a ponechání celého objemu strusky v konvertoru.

#### Příklad 2 (Přechod mezi tavbami s recyklací strusky při aplikaci předeheřvu šrotu)

V Do konvertoru, kde byla ponechána veškerá struska v množství  $8\frac{1}{10}$  t z předchozí tavby vyráběné technologií s recyklací strusky. Struska z předchozího procesu je částečně ponechána v konvertoru společně se zbytkem surové oceli v množství asi 5 t. Na tuto strusku je možno přisadit šrot pomocí transportního koryta. Množství šrotu je cca 75 t. Konvertor je přesunut do pracovní polohy a je dmýcháno uhlí společně s kyslíkem. Tím je dosaženo předeheřvu šrotu. Následně je do konvertoru naléváno surového železo v množství 135 t. Při zkujňování je nejprve oxidován křemík ze surového železa. Produkty oxidace reagují se struskou a snižují její bazicitu. S poklesem bazicity klesá i viskozita strusky. Množství nově vzniklé strusky je kolem 2,5 tun. Část oxidů železa je ze strusky redukována křemíkem a uhlíkem ze surového železa. Tím se kromě bazicity snižuje i obsah lehce redukovatelných oxidů. Proces zkujňování je přerušen při teplotě nižší než 1590 °C optimálně 1530 °C. Vzniklá struska v množství  $8\frac{1}{11}$  t je stažena z konvertoru. Po ustavení konvertoru zpět do pracovní polohy se pokračuje ve zkujňování. Do procesu je přisazeno kusové vápno, v množství 3 t. Toto vápno společně se zbytky strusky, kterou se nepodařilo stáhnout tvoří novou strusku. Proces je ukončen při dosažení požadované koncentrace uhlíku a teplotě. Následuje odpich oceli a ponechání celého objemu strusky a části kovu v konvertoru. Proces výroby oceli pak pokračuje podle potřeb dále.

#### Příklad 3 (Řešení problému při nedodržení obsahu fosforu v oceli)

Jestliže byla zjištěna příliš vysoká koncentrace fosforu v kovu při kontrole chemického složení surové oceli, je možno řešit tuto situaci dodatečným dofukem kyslíku. Konvertor je uveden

zpět do pracovní polohy podle požadovaného snížení fosforu je proveden krátký dofuk kyslíku. Při tomto dofuku probíhá další oxidace lázně a tím jsou podpořeny podmínky pro oxidaci fosforu. Při tomto řešení je třeba počítat s nárůstem teploty. Při nadmýchání 300 Nm<sup>3</sup> kyslíku vzroste teplota o cca 5 °C.

#### Příklad provedení zařízení

Podle obr. 1 může být konvertor alternativně doplněn manipulátorem stahovače strusky. Pomocné zařízení k provádění způsobu dle vynálezu sestává z manipulátoru 1, ramena 2 manipulátoru a hrabla 3, které odvádí strusku 4 z konvertoru 5 přes hrdlo 6 konvertoru.

Stahování strusky lze také urychlit pomocnou tryskou znázorněnou na obrázku č. 2. Alternativní pomocné zařízení k provádění způsobu dle vynálezu sestává z manipulátoru 4 trysky, ramena 8 trysky a trysky 9, které pomocí proudu plynu odvádí strusku 4 z konvertoru 5 přes hrdlo 6 konvertoru.

~~5-1~~

~~PV 2003 2811~~

8

## PATENTOVÉ NÁROKY

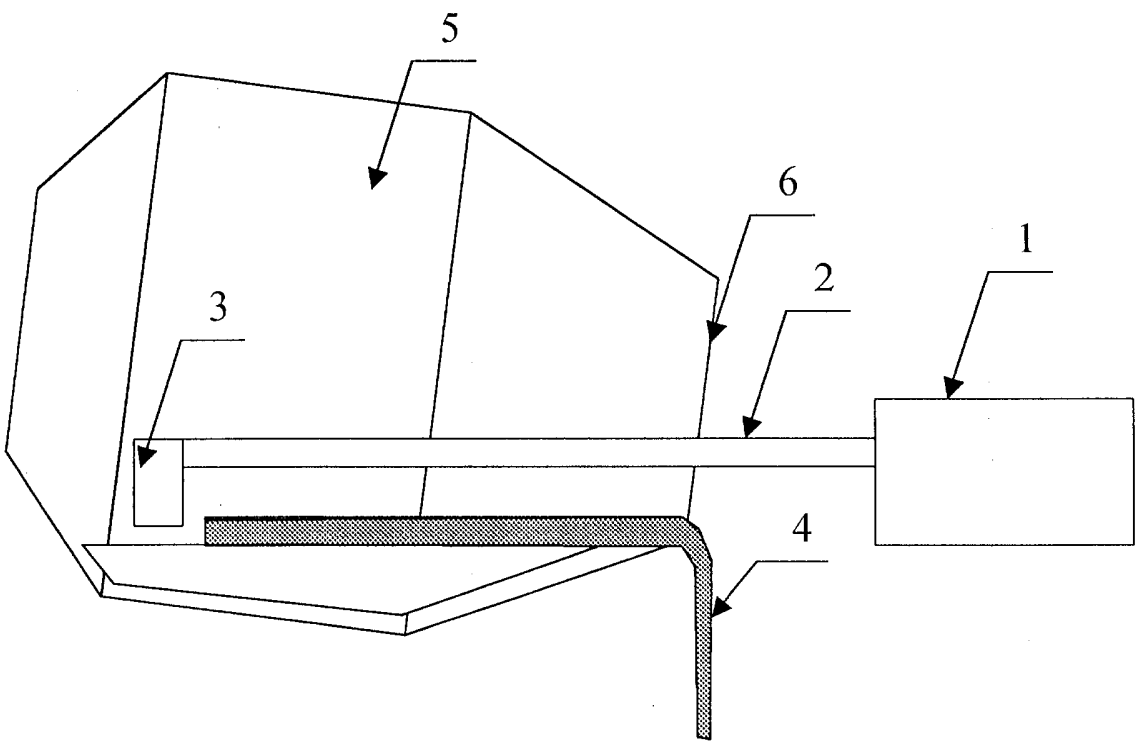
1. Způsob výroby tekuté oceli v konvertoru, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že se do konvertoru obsahujícího veškerou strusku nebo její většinový podíl z předchozího cyklu nasazuje vsázka tvořená šrotem se struskotvornými přísadami, případně tuhým uhlíkatým palivem pro předehřev, a tekutým surovým železem s obsahem fosforu pod 0,2 %, po sázení a předehřevu je zahájeno zkujňování, které vede v počáteční fázi k oxidaci především křemíku a případně i dalších složek vsázky, s postupným poklesem bazicity, <sup>s výhodou</sup> na hodnoty optimálně kolem 1,2, ~~tato hodnota bazicity však není podmínkou~~, následně se proces zkujňování přerušuje a konvertor se sklápí a struska z procesu se odlévá samovolným vytékáním nebo pomocí trysky či hrabla, struska v tomto okamžiku obsahuje méně než 20 % oxidů železa a celkové množství strusky je menší než 8 % vzhledem k množství taveniny; struska se stahuje v průběhu procesu při teplotě taveniny nižší než 1590 °C; po stažení strusky je tvořena nová struska přidávkem vápna případně dalších přísad jako například dolomitu a pokračováním procesu zkujňování, nově vzniklá struska má vyšší bazicitu než 3, proces zkujňování je přerušen při dosažení požadovaného obsahu uhlíku a teploty; následně se provádí odpich surové oceli z konvertoru a v konvertoru je ponechána veškerá procesní struska nebo její většinový podíl a tím je konvertor připraven pro nové sázení.
2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že v procesu je ponecháno malé množství kovu zlepšující jakost bezstruskového odpichu,
3. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že stažená struska neobsahuje žádné volné vápno.
4. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vyrobená struska je v převážné většině tvořena monokalciumpilikátem, který je stabilní a struska je tedy použitelná pro stavební účely.
5. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že v případě potřeby dosažení nízkých koncentrací fosforu je omezena spotřeba ocelářské strusky do vysoké pece.
6. Zařízení k provádění způsobu podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že konvertor je alternativně doplněn manipulátorem stahovače strusky, který se skládá z vlastního manipulátoru (1), ramena (2) manipulátoru a hrabla (3), které odvádí strusku (4) z konvertoru (5) přes hrdlo (6) konvertoru, nebo je konvertor osazen pomocnou tryskou sestávající z manipulátoru (7) trysky, ramena (8) trysky a trysky (9), která pomocí proudu plynu odvádí strusku (4) z konvertoru (5) přes hrdlo (6) konvertoru,
7. Zařízení k provádění způsobu podle nároku 6, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že přídatné stahovací zařízení (3) je samostatně výměnná.
8. Zařízení k provádění způsobu podle nároku 6, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že pomocná tryska (9) je samostatně výměnná.

7/7

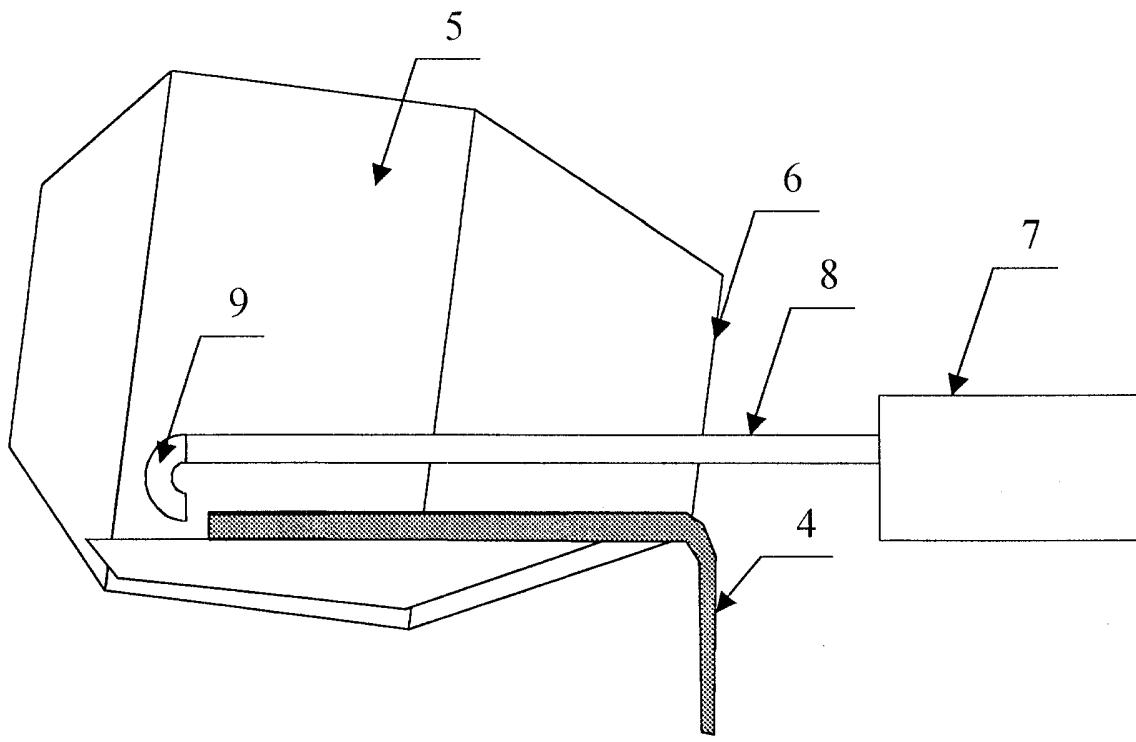
file

PV 2003-2875

101



OBR. 1



OBR. 2