



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

210354

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
B 23 K 9/16

(22) Přihlášeno 11 07 79
(21) (PV 4858-79)
(32)(31)(33) Právo přednosti
od 11 07 78 (2630652) a
od 21 02 79 (2721822)
Svaz sovětských socialistických
republik

Zveřejněno 27 02 81

Vydáno 15 07 83

(75)

Autor vynálezu

FRIDLJAND MICHAIL GERŠENOVIC, LENINGRAD (SSSR)

(54) Způsob zpracovávání materiálů v prostředí plazmy

1

Vynález se týká technologie zpracovávání materiálů v elektrickém světelném oblouku, zejména pak způsobu zpracovávání materiálů v prostředí plazmy.

Vynálezu lze obzvláště výhodně použít při tavení rud, utavení a přetavování, řezání a sváření kovů, jakož i při nanášení povlaků.

Aby bylo možno použít způsobu zpracovávání materiálů v prostředí plazmy v metalurgii a aby tím mohl úspěšně konkurovat s tradičním pyrometalurgickým způsobem zpracovávání materiálů, musí být splněna řada podmínek.

K nim zejména náleží:

1. Použití plazmotvorných směsí, které sestávají z levných, dostatečných plynů, schopných chemicky reagovat se zpracovávanými materiály, v první řadě plynů obsahujících uhlík a vodík, jež umožňují proběhnouti redukčních reakcí ve vzniklých taveninách.

2. Zabezpečení trvalé a jisté pracovní schopnosti všech částí zařízení, vytvářejícího světelný oblouk, v první řadě částí obzvláště tepelně namáhaných, tj. jejich elektrod při prouděch nejméně 500 ampérů a při výkonu několika set kilowattů.

Je znám způsob zpracovávání materiálů v prostředí plazmy, který spočívá v tom, že se do prostoru mezi elektrodami zařízení k vytváření světelného oblouku přivádí jako plazmotvorný plyn kysličník uhličitý (britský patentový spis 874 970).

Tento způsob umožňuje zpracovávání materiálů jen v oxidačním prostředí, poněvadž jako plazmotvorného plynu se používá jen kysličníku uhličitýho.

Kromě toho není při tomto způsobu zajištěna trvalá a jistá pracovní schopnost elektrod při proudech větších než 175 ampérů a při výkonu vyšším než 10 kilowattů.

Pracovní schopnost elektrod lze zlepšit přidáváním uhlíku do plazmotvorného prostředí.

Dále je znám způsob zpracovávání materiálů v prostředí plazmy (britský patentový spis 1 101 279), spočívající v zavádění uhlíkových tyčí do prostoru mezi elektrodami zařízení vytvářejícího světelný oblouk, jejichž odtavováním se plazmotvorné prostředí obohacuje uhlíkem, který se rovněž usazuje na jedné nebo na obou elektrodách.

I když tento způsob umožňuje zlepšení pracovní schopnosti elektrod, vyžaduje složitější strojní zařízení vzhledem k nutnosti použití pomocných elektrických napájecích zdrojů a mechanismů k posouvání uhlíkových tyčí do prostoru mezi elektrodami.

Pracovní schopnost elektrod zařízení k vytváření světelného oblouku je možno zlepšit i jednodušším způsobem, například zaváděním sloučenin obsahujících uhlík do prostředí vytvářejícího plazmu.

Tento způsob spočívá na známém jevu, tj. rozkladu a pyrolýze sloučenin obsahujících uhlík při teplotách světelného oblouku, doprovázených vylučováním volného uhlíku.

Rovněž je znám způsob zpracovávání materiálů v prostředí plazmy (patentový spis NSR 1 206 531), při němž se do prostoru mezi elektrodami zařízení vytvářejícího světelný oblouk přivádí plazmotvorná směs, sestávající z vodíku s přísadou uhlovodíků při poměru počtu atomů uhlíku a vodíku v plazmotvorné směsi v rozmezí od 1:6 do 1:25, načež se plazmotvorná směs přivádí do oblasti hoření elektrického světelného oblouku v duté katodě při poměru provozního napětí (ve voltech) k provoznímu proudu (v ampérech) v rozmezí od 5 do 15.

Tento způsob umožnil zvýšení pracovní schopnosti katody v rozmezí od 30 sekund až do 100 hodin při proudu 100 ampérů a výkonu světelného oblouku 100 kilowattů následkem usazování úzkého proužku uhlíku na pracovním povrchu duté katody při hoření světelného oblouku, za kterýmžto proužkem se bezprostředně nacházela katodová spádová oblast světelného oblouku.

Použití tohoto způsobu je však omezeno, poněvadž ke složení plazmotvorné směsi mohou patřit jen vodík a uhlovodíky.

Kromě toho nelze tohoto způsobu použít u řady technologických postupů, například u tačkových, jako je svařování, řezání a tavení elektricky vodivých materiálů, které vyžadují lokalizování oblastí blízkých elektrodám při výskytu jedné z nich na materiálu určeném ke zpracování.

A konečně, u tohoto způsobu nemůže proud elektrického světelného oblouku přestoupit hodnotu řádově 100 ampérů, zatímco k zabezpečení stálého zapalování a hoření elektrického světelného oblouku je zapotřebí elektrického napájecího zdroje o napětí alespoň 1 000 voltů, čímž je široké průmyslové použití tohoto způsobu omezeno.

Tohoto způsobu je možno použít jen pro zpracovávání materiálů plynovým plamenem.

Příčinou toho je okolnost, že hlavní podíl uvolňující se energie vzniká, podobně jako v běžném plynovém hořáku, při chemickém spalování hořlavých plynů obsahujících uhlík v oxidačním činidle, které se tímto plynovým hořákem dopravují v podobě směsi. Přitom své-

telný oblouk, hořící mezi tryskou tohoto plynového hořáku a tryskou zařízení vytvářejícího světelný oblouk, slouží pouze ke stabilizování tohoto spalovacího pochodu a ke zvýšení teploty spalných produktů.

Spalování sloučenin obsahujících uhlík v oxidačním činidle za značného nadbytku oxidačního činidla zabráňuje usazování uhlíku na elektrodách zařízení k vytváření světelného oblouku.

Patentový spis USA 3 307 011 poskytuje způsob zpracovávání materiálů v prostředí plazmy, který spočívá v tom, že se do prostoru mezi elektrodami zařízení vytvářejícího světelný oblouk přivádí plazmotvorná směs, která obsahuje uhlíkaté sloučeniny, vybrané ze skupiny zahrnující uhlovodíky nebo kysličník uhelnatý, které při hoření elektrického světelného oblouku vytvářejí usazeninu uhlíku na alespoň jedné z elektrod zařízení vytvářejícího světelný oblouk, a plyny, které jsou vůči materiálu elektrod inertní.

Jako plynů, které jsou vůči těmto nebo oněm materiálům inertní, se používá například argonu a helia, je-li elektroda vyrobena z uhlíku, mědi a hliníku nebo dusíku a vzduchu, je-li elektroda z mědi.

Tento způsob umožňuje snížit erozi elektrod a tím zvýšit jejich pracovní schopnost při stabilním zapalování a hoření elektrického světelného oblouku s proudem v rozmezí od 400 do 1 000 ampérů.

Uvedený způsob však nezaručuje provoz elektrod ve stavu jejich stálého obnovování za dodržení jejich stálých parametrů, tj. nezaručuje rovnováhu mezi množstvím uhlíku, usazujícího se na pracovním povrchu, a množstvím uhlíku, ztrácejícího se s tohoto povrchu.

Při provádění tohoto způsobu hmotnost elektrod buď stále klesá (elektrody erodují) nebo stále vzrůstá (rozměry elektrod se zvětšují). V prvním případě se elektroda nakonec zničí, ve druhém případě se lokalizace katodové spádové oblasti na pracovním povrchu elektrody stane nemožnou, což vede k porušení stabilního hoření elektrického světelného oblouku.

Tento jev je možno vysvětlit následujícími příčinami: za prvé, použitím jen takových plynů ve složení plazmotvorné směsi kromě uhlíkatých sloučenin, které jsou vůči materiálu elektrod inertní, za druhým neexistencí kvantitativního vztahu mezi proudem elektrického světelného oblouku a spotřebou uhlíkatých sloučenin v závislosti na složení plazmotvorné směsi, a za třetí, neexistencí vztahu mezi změnou složení plazmotvorné směsi a dobou hoření elektrického světelného oblouku.

Kromě toho nemůže tento způsob zajistit vysokou kvalitu plazmového sváření, řezání a podobných technologických zpracování elektricky vodivých materiálů, poněvadž k jeho provádění je nutno použít zařízení pro vytváření světelného oblouku s elektrodami, které jsou zhotoveny buď vyduté (z mědi) nebo v podobě bloků (z uhlíku) což vylučuje možnost lokalizování sloupce světelného oblouku nebo plazmového paprsku na místě zpracování.

Účelem vynálezu je vyvinout způsob zpracovávání materiálů v prostředí plazmy, který zaručuje trvalou a jistou pracovní schopnost elektrod zařízení pro vytváření elektrického oblouku při stabilním a trvalém hoření elektrického světelného oblouku.

Podnětem k vynálezu byl úkol, vyvinout způsob zpracovávání materiálů v prostředí plazmy, při němž se do prostoru mezi elektrodami začne zavádět oxidační činidlo v takový okamžik, že je zaručeno stálé obnovování elektrody z plazmotvorné směsi, čímž se dosáhne trvalé a spolehlivé pracovní schopnosti elektrod zařízení pro vytváření světelného oblouku při stabilním a trvalém zapalování a hoření elektrického světelného oblouku, jakož i vysoké kvality zpracování materiálů.

Tento úkol se řeší tím, že při způsobu zpracovávání materiálů v prostředí plazmy přiváděním plazmotvorné směsi do prostoru mezi elektrodami zařízení k vytváření světelného oblouku, kterážto směs obsahuje uhlíkaté sloučeniny ze skupiny, zahrnující uhlovodíky a kyslíčník uhelnatý, jež při hoření světelného oblouku vytvářejí povlak uhlíku na alespoň jedné elektrodě zařízení pro vytváření světelného oblouku, jakož i zapálením elektrického světelného oblouku a zavedením oxidačního činidla do uvedeného prostoru mezi elektrodami za účelem zvýšení stability hoření elektrického světelného oblouku, se podle vynálezu zavedení oxidačního činidla provede v časovém intervalu od okamžiku, kdy tepelný proud vstupující do elektrody, na níž se usazuje uhlík, dosáhne své maximální hodnoty, do okamžiku, kdy tento tepelný proud se snížil na stacionární hodnotu.

Zavedení oxidačního prostředku do prostoru mezi elektrodami během určitého časového intervalu, který je určen tepelným proudem vstupujícím do jedné z elektrod, zaručuje provoz elektrod, na nichž se při hoření elektrického světelného oblouku usazuje uhlík, ve stavu stálého obnovování.

Pracovní povrch z uhlíku (emitující v případě katody) se vytvoří po projití tepelného proudu vstupujícího do elektrody, maximem, kdy se pracovním povrchem stane vrstva, kterou tvoří uhlík vylučující se z plazmotvorné směsi. Právě od tohoto okamžiku je možno uskutečnit přivádění oxidačního činidla do plazmotvorné směsi bez nebezpečí porušení elektrody.

Při zavedení oxidačního činidla do prostoru mezi elektrodami v časovém intervalu od okamžiku, kdy tepelný proud vstupující do jedné z elektrod, s výhodou do katody, na níž se vylučuje uhlík, dosáhne své maximální hodnoty, do okamžiku, kdy se uvedený tepelný proud sníží až na stacionární hodnotu, zůstávají tedy rozměry elektrody v průběhu celého trvání zpracování v prostředí plazmy konstantní, čímž je zaručena vysoká stabilita hoření elektrického světelného oblouku při teoreticky neomezené pracovní schopnosti elektrody.

Výhodnost katody při určování časového intervalu pro zavedení oxidačního činidla je dána tím, že usazování uhlíku na pracovním povrchu katody prakticky začíná se zapálením elektrického světelného oblouku, kdežto usazování uhlíku na pracovním povrchu anody začíná později, až po určité době, která se měří na desítky sekund. Toto se vztahuje na stejnosměrný světelný oblouk. V případě střídavého světelného oblouku mají všechny elektrody z hlediska usazování uhlíku stejné podmínky, poněvadž každá z nich podle komutace proudu slouží střídavě jednou jako katoda, po druhé jako anoda.

Zavedení oxidačního činidla do prostoru mezi elektrodami před tím, než tepelný proud vstupující do elektrody dosáhne své maximální hodnoty, vede k intenzivní erozi elektrody. To je způsobeno tím, že až do tohoto okamžiku není ještě celý pracovní povrch elektrody pokryt vrstvou uhlíku, která zabraňuje přímému styku oxidačního činidla s tímto povrchem.

Zavedení oxidačního činidla do prostoru mezi elektrodami po okamžiku, kdy se tepelný proud vstupující do elektrody snížil až na stacionární hodnotu, není účelné.

To je podmíněno tím, že se od tohoto okamžiku vylučuje na obvodu pracovního povrchu elektrody, pokrytého vrstvou uhlíku, nadbytečný uhlík. A při zvětšování rozměrů uhlíkového útvaru se zvyšuje labilita oblastí elektrického světelného oblouku, navazující na tuto elektrodu, poblíž elektrody, čímž se stálost elektrických a geometrických parametrů elektrického světelného oblouku zhoršuje.

To vede na jedné straně ke zhoršení jakosti zpracování materiálů, zejména ke zhoršení jakosti zpracování při rozměrové stálosti (svařování, natavování, řezání), na druhé straně k případnému zhasnutí elektrického světelného oblouku.

Je účelné, při zavádění kyslíku nebo vzduchu jakožto oxidačního činidla do prostoru mezi elektrodami použít tohoto činidla v množství od 0,4- do 0,9násobku onoho objemového množství, jehož je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi použitých uhlovodíků.

Dále je účelné, když tepelný proud vstupující do elektrody dosáhl stacionární hodnoty, přivádět kyslík nebo vzduch jakožto oxidační činidlo do prostoru mezi elektrodami v množství, které je menší než 0,4násobek objemového množství, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi použitých uhlovodíků.

Rovněž je účelné, při zavádění kysličníku uhlíčitého jakožto oxidačního činidla do prostoru mezi elektrodami, použít tohoto činidla v objemovém množství, které 1,05 až 2,5krát přesahuje ono množství, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi použitých uhlovodíků.

Když tepelný proud vstupující do elektrody dosáhl stacionární hodnoty, je při zavádění kysličníku uhlíčitého jakožto oxidačního činidla do prostoru mezi elektrodami účelné, použít tohoto činidla v objemovém množství, které je menší než 1,05násobek onoho množství, jehož je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi použitých uhlovodíků.

Překročení horní, popřípadě dolní hranice těchto mezí v časovém intervalu, který odpovídá snížení tepelného proudu vstupujícího do elektrody z maximální hodnoty až na stacionární hodnotu, vede k porušení rovnováhy mezi usazováním a odnášením uhlíku s pracovního povrchu elektrody.

Pracovní oblast elektrody, vytvořená usazujícím se uhlíkem, se buď intenzívně porušuje následkem nedostatku uhlíku, když objemové množství oxidačního činidla překročí horní mez uvedených rozsahů, nebo dochází ke zvětšování jejích rozměrů při zmenšení objemového množství oxidačního činidla pod dolní mez těchto rozsahů.

Jakmile tepelný proud vstupující do elektrody dosáhl své stacionární hodnoty, je možno snížit množství oxidačního činidla v plazmotvorné směsi pod 0,4násobek onoho objemového množství, jehož je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi použitých uhlovodíků při použití kyslíku nebo vzduchu jakožto oxidačního činidla, nebo pod 1,05násobek onoho objemového množství, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uhlovodíků při použití kysličníku uhlíčitého jakožto oxidačního činidla.

Přitom se zabrání zvětšení rozměrů pracovní oblasti elektrody, které je doprovázeno zvětšením tepelného proudu vstupujícího do elektrody, opakovaným krátkodobým zvětšením obsahu oxidačního činidla v plazmotvorné směsi až na hodnotu v rozmezí od 0,4- do 0,9násobku (při použití kyslíku nebo vzduchu jakožto oxidačního činidla) nebo na hodnotu v rozmezí od 1,05 do 2,5násobku (při použití kysličníku uhlíčitého jakožto oxidačního činidla) onoho objemového množství, jehož je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uhlovodíků použitých ve směsi, při zvýšení tepelného proudu vstupujícího do elektrody o 10 až 15 % nad stacionární hodnotu, která za jinak stejných podmínek odpovídá intenzitě proudu tohoto elektrického světelného oblouku.

Dodržení takového postupu umožňuje provádět zpracování v prostředí plazmy v těch případech, kdy má být plynné prostředí v oblasti zpracování co nejredukčnější, tj. když musí obsahovat maximální množství uhlovodíků a produktů jejich pyrolýzy, jako například při redukčním tavení kovů.

Je účelné, přivádět v závislosti na chemické příbuznosti (afinitě) oxidačního činidla s uhlíkatou sloučeninou tuto sloučeninu do prostoru mezi elektrodami v množství od

$$\frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{n} \text{ 1/As do } \frac{6 \cdot 10^{-3}}{n} \text{ 1/As, kde } N \text{ znamená počet atomů uhlíku v použité uhlíkaté sloučenině.}$$

Při menší chemické příbuznosti, která je charakterizována volnou energií tvorby příslušných produktů reakcí uhlikatých sloučenin a/nebo uhlíku s oxidačním činidlem, se uhlikaté sloučeniny přivádějí v množství, které je blízké dolní mezi, tj.

$$\frac{0,5 \cdot 10^3}{n} \text{ 1/As, a při větší chemické příbuznosti v množství, které je blízké horní mezi,}$$

$$\text{tj. } \frac{6 \cdot 10^{-3}}{n} \text{ 1/As.}$$

Zavádění uhlikatých sloučenin do prostoru mezi elektrodami v množství od $\frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{n}$ 1/As do $\frac{6 \cdot 10^{-3}}{n}$ 1/As umožňuje zabezpečit provozní stav elektrody se stálým obnovováním.

Při zavádění uhlikatých sloučenin v množství menším než $\frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{n}$ 1/As se elektroda rozrušuje proto, že množství na ní se usazujícího uhlíku nedostačuje pro stálé obnovování této elektrody.

Při zavádění uhlikatých sloučenin v množství větším než $\frac{6 \cdot 10^{-3}}{n}$ 1/As se budou rozměry elektrody neohraničeně zvětšovat, což povede k porušení jak stability a trvalosti hoření elektrického světelného oblouku, tak i jakosti zpracování materiálů pomocí elektrického světelného oblouku.

Je účelné, přivádět oxidační činidlo a plazmotvornou směs obsahující uhlikaté sloučeniny do prostoru mezi elektrodami zařízení vytvářejícího světelný oblouk odděleně a přitom přivádět uhlikaté sloučeniny bezprostředně do zóny, která se dotýká pracovního povrchu jedné z elektrod, s výhodou katody.

Oddělené přivádění oxidačního činidla a uhlikatých sloučenin do zařízení vytvářejícího světelný oblouk umožňuje regulovat provozní stav každé z elektrod odděleně, což je obzvláště důležité při zpracovávání materiálů plazmovým paprskem, když veškeré elektrody zařízení pro vytváření světelného oblouku jsou pod nějakým potenciálem (v případě stejnosměrného světelného oblouku pod potenciálem katody a anody) a tím působí za různých podmínek.

Vynález je v dalším blíže objasněn příklady provedení s přihlédnutím k přiloženým výkresům.

Na obr. 1 je v podélném řezu znázorněno zařízení, které slouží k provádění způsobu podle vynálezu při zpracovávání výhodně elektricky nevodivých materiálů v prostředí plazmy pomocí plazmového paprsku, vznikajícího při hoření elektrického světelného oblouku mezi elektrodami zařízení k vytváření světelného oblouku;

na obr. 2 je v podélném řezu znázorněno zařízení, které slouží k provádění způsobu podle vynálezu při zpracovávání výhodně elektricky vodivých materiálů v prostředí plazmy, s vynesným světelným obloukem, kdy jako jedna z elektrod slouží zpracováváný materiál;

na obr. 3 je znázorněn diagram, který charakterizuje závislost velikosti tepelného proudu vstupujícího do elektrody na době hoření elektrického světelného oblouku;

na obr. 4 je znázorněn diagram, znázorňující závislost velikosti tepelného proudu vstupujícího do elektrody na době hoření elektrického světelného oblouku a představuje příklad provedení způsobu podle vynálezu pro zpracování materiálů v prostředí plazmy;

na obr. 5 je v podélném řezu znázorněno zařízení jako další příklad provedení způsobu podle vynálezu pro zpracovávání materiálů v prostředí plazmy.

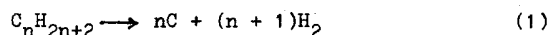
Experimentální zkoušky ukázaly, že tepelný proud vstupující do elektrody se mění zásadně rozdílně podle toho, zda v plazmotvorné směsi jsou nebo nejsou obsaženy uhlikaté

sloučeniny, při jejichž rozkladu v elektrickém světelném oblouku se vylučuje uhlík, který se usazuje na elektrodách zařízení pro vytváření světelného oblouku.

Nejsou-li přítomny takovéto sloučeniny, dosáhne tepelný proud vstupující do elektrody určité hodnoty při zapálení elektrického světelného oblouku, která nadále při neměnění se intenzitě proudu vzrůstá rychlostí, jež závisí na složení plazmotvorné směsi, na zpracovávaném materiálu a na geometrických rozměrech elektrody, které jsou podmíněny erozí elektrody. Tento jev se projevuje obzvláště výrazně na katodě zařízení pro vytváření světelného oblouku.

Minimální časově závislý vzrůst tepelného proudu vstupujícího do katody a též minimální erozi katody lze pozorovat u wolframových katod ve vzácném plynu, například argonu. Vzrůst tepelného proudu vstupujícího do katody a eroze katody se však prudce zvyšují a dosahují katastrofálních rozměrů u téže wolframové katody v chemicky aktivních plynech, například v kyslíku nebo vzduchu.

V přítomnosti uhlíkatých sloučenin v plazmotvorné směsi ze skupiny zahrnující uhlovodíky a kysličník uhelnatý vzniká při hoření elektrického světelného oblouku kromě jiných složek této směsi i volný uhlík následkem rozkladu (pyrolýzy a disociace) těchto sloučenin podle reakčních schémat



Rozklad (pyrolýza) uhlovodíků, zejména nasycených uhlovodíků podle reakčního schématu (1) probíhá za malé spotřeby energie (například u methanu $CH_4 \approx 17$ kcal/mol) a proto dochází k úplnému rozkladu při dostatečně nízkých teplotách (u methanu $\sim 1\,200^\circ C$).

Rozklad (disociace) kysličníku uhelnatého podle reakčního schématu (2) probíhá rovněž v oblasti mírných teplot, což je charakterizováno tím, že jak hodnota rovnovážné konstanty této reakce

$$K_G = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}} \quad (4)$$

kde

K_G znamená rovnovážnou konstantu a
 P_{CO_2} znamená parciální tlaky kyslíčkového uhlíkatého
 P_{CO} popřípadě kysličníku uhelnatého v plazmotvorné směsi,

tak příslušně i hodnota logaritmu této konstanty

$$\lg \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}} = \frac{8\,916}{T} - 9,113 \quad (5)$$

kde

T znamená teplotu plynné směsi,
 se při zvyšování teploty prudce snižují.

Rozklad (disociace) kysličníku uhelnatého podle reakčního schématu (3) probíhá v oblasti vysokých teplot, na což poukazuje i řádově mnohonásobný vzrůst hodnoty rovnovážné konstanty v této oblasti:

$$K_G = \frac{P_C \cdot P_O}{P_{CO}} \quad (6),$$

kde

P_C , P_O , P_{CO} znamená parciální tlaky uhlíku popřípadě atomárního kyslíku a kysličníku uhelnatého v plazmotvorné směsi.

Změny hodnoty rovnovážné konstanty v závislosti na teplotě jsou pro reakční schéma (3), uvedeny v tabulce I.

T a b u l k a I

teplota	3 000	4 000	5 000	6 000	
lg K _G	-11,62	-6,85	-3,97	-2,04	
K _G	2,376.10 ⁻¹²	1,415.10 ⁻⁷	1,075.10 ⁻⁴	9,192.10 ⁻³	
teplota	7 000	8 000	9 000	10 000	12 000
lg K _G	-0,65	0,40	1,22	1,88	2,87
K _G	2,25.10 ⁻¹	2,511	16,57	75,5	738,6

Volný uhlík z plazmotvorné směsi se sráží na elektrodách zařízení k vytváření světelného oblouku, přičemž uhlík přichází na katodu převážně v podobě kladně nabitých iontů. Poněvadž pracovní část elektrody (u katody je to její emitující povrch) se potáhne vrstvou uhlíku, začíná se tepelný proud vstupující do elektrody, který při zapálení elektrického světelného oblouku dosáhl své maximální, na obloukovém proudu závislé hodnoty, nadále snižovat. Právě to odlišuje elektrický světelný oblouk, v jehož plazmotvorné směsi je přítomen uhlík, který má schopnost se usazovat na elektrodách, od elektrického světelného oblouku s plazmotvornou směsí, která takovýto uhlík neobsahuje.

Zmenšení tepelného proudu trvá tak dlouho, dokud se celý pracovní povrch elektrody nepokryje uhlíkem. Při dalším hoření elektrického světelného oblouku se tepelný proud vstupující do elektrody, když dosáhl určité stacionární hodnoty, která rovněž závisí na intenzitě proudu, nebude nadále s časem měnit tak dlouho, dokud rozměry pracovního povrchu elektrody, vytvořeného uhlíkem vylučujícím se z plazmotvorné směsi, se nezvětší natolik, že se tepelný proud začne opětně zvětšovat.

Tak se například v případě katody vytváří na obvodu (emitujícího) pracovního povrchu katody, který zahrnuje uhlík vyloučený z plazmotvorné směsi a představuje vlastní katodu zařízení k vytváření světelného oblouku, uhlíkový útvar, v podobě koruny, jehož rozměry se zvětšují. S růstem tohoto útvaru stoupá i labilita úseku elektrického světelného oblouku, navazujícího na katodu, což vede k poruše lokalizování tohoto úseku a ke zvětšení tepelného proudu vstupujícího do katody.

Elektrický světelný oblouk se destabilizuje a na konec zhasne.

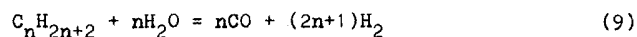
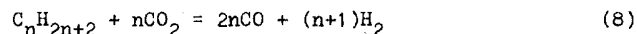
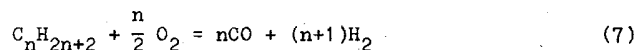
Zpravidla tomu předchází vzestup tepelného proudu vstupujícího do katody o více než 15 % ve srovnání se stacionární velikostí tepelného proudu, která je při ostatních stejných podmínkách určována intenzitou proudu elektrického světelného oblouku.

Rovněž bylo zjištěno, že je účelné nepřivádět oxidační činidlo hned, nýbrž až tehdy, když se tepelný proud vstupující do elektrody, když předtím dosáhl maximální hodnoty, zmenšil o 10 % z této maximální hodnoty.

Při volbě vztahů mezi uhlovodíky a oxidačním činidlem, tvořeným kyslíkem nebo vzduchem, popřípadě mezi uhlovodíky a oxidačním činidlem, tvořeným kysličníkem uhlíčitým, v plazmotvorné směsi se vycházelo z těchto předpokladů:

Zaprvé, aby uhlík se mohl vyskytovat ve volném stavu, který zaručuje stálé obnovování elektrody, v oblasti jeho styku s elektrodou, na níž se uhlík usazuje, musí plazmotvorná směs vykazovat určitý nedostatek oxidačního činidla. Obzvlášť jednoduše je možno takovéto směsi získat konverzí uhlovodíků pomocí oxidačních činidel.

Například konverze nasycených uhlovodíků působením různých oxidačních činidel probíhá podle těchto reakčních schémat:



Položí-li se objemová spotřeba oxidačního činidla, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uhlovodíků směsi, rovna jedničce, neprobíhá při určitém nedostatku oxidačního činidla konverzní reakce úplně a ve směsi bude kromě kysličníku uhelnatého a vodíku přítomen i uhlík, potřebný ke stálému obnovování elektrod.

Za druhé je známo, že v každé nehomogenní plynné směsi, nacházející se v uzavřeném objemu, dochází působením odstředivých sil a teplotních gradientů k mechanickému a termodifúznímu rozdělení složek směsi. Při tomto rozdělení se obsažené plyny rozdělí podle svých molekulových hmotností: obvodové oblasti a chladnější oblasti uzavřeného objemu se obohatí těžšími plyny, zatímco střed a teplejší oblasti se obohatí lehčími plyny.

V každém elektrickém světelném oblouku se při existenci značných teplotních gradientů, které se při jeho stabilizaci v zařízení pro vytváření světelného oblouku prudce zvyšují, vždy vyskytuje chemická nehomogenita plazmotvorné směsi v příčném průřezu a po délce elektrického světelného oblouku. Plyny s vysokými molekulovými hmotnostmi jsou vytlačovány na okraj elektrického světelného oblouku a plyny s menšími molekulovými hmotnostmi jsou zatlačovány k jeho ose, což má za následek rozdílné podmínky při fungování sloupce světelného oblouku a oblastí blízkých elektrodám elektrického světelného oblouku.

Ve směsích s uhlovodíky mají jak kyslík, tak i vzduch a kysličník uhličitý, kterých se používá jako oxidačních činidel, vyšší molekulové hmotnosti než uhlík, jehož molekulová hmotnost činí 12, zatímco vzduchu 29, kyslíku 32 a kysličníku uhličitého 44.

Podle poměru molekulových hmotností tohoto či onoho oxidačního činidla a uhlíku je oxidační činidlo vytlačováno na okraj sloupce světelného oblouku, zatímco střední část sloupce se obohacuje uhlíkem.

Intenzita tohoto rozčleňování se zvyšuje se vzrůstem proudu světelného oblouku a se vzrůstáním rychlosti přivádění plazmotvorné směsi do prostoru mezi elektrodami zařízení k vytváření světelného oblouku následkem vzrůstu teplotních gradientů a tlaků v objemu plynů, omezeném prostorem mezi elektrodami.

Při použití lehčích oxidačních činidel, jako je kyslík nebo vzduch, je jejich množství v plazmotvorné směsi v rozmezí od 0,4- do 0,9násobku onoho objemového množství, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uhlovodíků směsi, a se vzrůstem intenzity proudu elektrického světelného oblouku a spotřeby (rychlosti přivádění) plazmotvorné směsi v prostoru mezi elektrodami zařízení pro vytváření světelného oblouku se posunuje k horní hranici.

Při použití těžšího oxidačního prostředku, jako je kysličník uhličitý, musí jeho množství ve směsi objemově překročit 1,05 až 2,5násobně ono množství, kterého je teoreticky

zapotřebí k úplné konverzi uhlovodíků směsi, a posouvá se rovněž k horní hranici se zvyšováním intenzity proudu elektrického světelného oblouku a se vzrůstem spotřeba plazmotvorné směsi.

Z experimentálních studií vyplynulo, že v řadě případů dokonce při dodržení poměrů množství uhlíkatých sloučenin k množství oxidačního činidla v plazmotvorné směsi se nedosáhne provozního stavu stálého obnovování elektrody. K tomu dochází nezávisle na intenzitě proudu elektrického světelného oblouku při malé spotřebě uhlíkatých sloučenin

(pod $\frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{n}$ 1/As), přičemž se elektroda zničí a při velké spotřebě uhlíkatých sloučenin

(nad $\frac{6 \cdot 10^{-3}}{n}$ 1/As), kdy se rozměry pracovního úseku elektrody neomezeně zvětší a stabilita

hoření elektrického světelného oblouku se poruší.

Při stanovení způsobu, jak zamezit tomuto jevu, bylo využito známé skutečnosti, že se uhlík v podobě kladně nabitých iontů usazuje na katodě ve stejnosměrném světelném oblouku po celou dobu a na elektrodě světelného oblouku při střídavém proudu jen periodicky, a to v těch časových úsecích, kdy tato elektroda působí jako katoda, a že pro jeho usazování platí druhý Faradayův zákon pro elektrolýzu.

Podle tohoto zákona je množství G uhlíku vyloučeného na elektrodě úměrné chemickému ekvivalentu $A = 12$ jedenkrát ionizovaného jednoatomového uhlíku, intenzitě proudu I a době τ průtoku proudu, tj.

$$G = \frac{12}{F} I \tau, \quad (10),$$

kde

F znamená Faradayovu konstantu, která je $9,65 \cdot 10^4$ C/gramekvivalent.

Dosazením hodnoty F do vztahu (10) nabude tento vztah podoby

$$G = \frac{12}{9,65 \cdot 10^4} I \tau = 1,243 \cdot 10^{-4} I \tau \text{ g/As} \quad (11)$$

Toto umožnilo uvést spotřebu uhlíkaté sloučeniny, tj. zdroje uhlíku, který skýtá proud iontů k elektrodě, ve spojitost s proudem elektrického světelného oblouku a při znalosti množství uhlíku v této sloučenině určit její spotřebu, jíž je teoreticky zapotřebí k průtoku daného proudu.

Spotřeba uhlíkatých sloučenin se však, jak ukázaly pokusy, v praxi liší od teoreticky vypočtené potřeby a závisí též na chemické povaze oxidačního činidla, přiváděného do plazmotvorné směsi.

To se vysvětluje tím, že část uhlíkaté sloučeniny a/nebo volného uhlíku reaguje s oxidačním činidlem přítomným v plazmotvorné směsi za vzniku chemických sloučenin (CO , C_2H_2 , CO_2 , CN , HCN , C_2N_2 atd.), čímž se uhlík nemůže vylučovat na elektrodě a nemůže tvořit vlastní uhlíkovou elektrodu.

Je známo, že ve směsích, které sestávají z chemicky reagujících složek, je možnost vzniku těchto nebo oněch reakčních produktů určována isobaricky-isotermním potenciálem (Gibbsovou energií) nebo chemickou příbuzností těchto složek.

V uvažovaných plazmotvorných směsích je možná chemická reakce jak uhlíkatých sloučenin přiváděných do těchto směsí (CO , CH_4 a jiné uhlovodíky), tak i volného uhlíku C s oxidačním činidlem, rovněž přiváděným do této směsi.

Termodynamické výpočty, prováděné podle známých postupů, ukázaly, že chemická příbuznost jak uhlíkatých sloučenin, tak i uhlíku se při přechodu z kyslíku O_2 na kysličník uhličitý CO_2 snižuje. Na základě tohoto teoretického předpokladu a experimentálních studií byla usouzeno, že k zajištění takového množství volného uhlíku v plazmotvorné směsi, které odpovídá průtoku daného proudu, má spotřeba uhlíkaté sloučeniny, při níž je zaručen provoz elektrody ve stavu stálého obnovování, být v rozmezí od

$$\frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{n} \text{ 1/As do } \frac{6 \cdot 10^{-3}}{n} \text{ 1/As, kde } n \text{ znamená počet atomů uhlíku v molekule příslušné}$$

uhlíkaté sloučeniny.

Při použití oxidačního činidla s menší chemickou příbuzností (afinitou) k uhlíkaté sloučenině a/nebo k uhlíku, jakož i při zvětšení role vlivů, které vedou ke značnějšímu rozčleňování složek směsi podle jejich molekulových hmotností (zvýšení intenzity proudu elektrického světelného oblouku a vzrůst rychlosti přivádění plazmotvorné směsi do prostoru mezi elektrodami zařízení k vytváření světelného oblouku), se uhlíkaté sloučeniny spotřebovávají v množství bližším dolní hranici uvedeného rozmezí, zatímco za opačných podmínek v množství bližším horní hranici uvedeného rozmezí.

Způsob podle vynálezu ke zpracovávání materiálů v prostředí plazmy je blíže objasněn s přihlédnutím k zařízení znázorněnému na obr. 1.

Do prostoru 1 mezi katodou 2 s čelní stranou a dutou anodou 3 zařízení k vytváření světelného oblouku, připojeného na zdroj 4 stejnosměrného napětí, se vložkou 5 zavádí plazmotvorná směs 6, která obsahuje uhlíkaté sloučeniny v podobě uhlovodíků a/nebo kyslíku uhelnatého. Mezi katodou 2 s čelní stranou a dutou anodou 3 se zapálí elektrický světelný oblouk. Do trubky 7, upravené uvnitř držáku 8 katody, a do dutého chladicího prostoru 9 anody 3 se přivádí chladicí kapalina.

Pak se sleduje změna tepelného proudu vstupujícího do katody 2 s čelní stranou v závislosti na čase. Tato změna se sleduje například podle hodnoty termoelektromotorické síly, která je úměrná rozdílu teplot chladicí kapaliny na jejím výstupu z dutého prostoru držáku 8 katody a na jejím vstupu do trubky 7. Rozdíl teplot se registruje pomocí předem cejchovaného diferenciálního termočlánku. Uvedená termoelektromotorická síla se zjišťuje buď vizuálně podle údajů milivoltmetru nebo se zapisuje samočinně zapisujícím kompenzátorem na pásku.

Jakmile tepelný proud, vstupující do katody 2 s čelní stranou, dosáhl maximální hodnoty a začne se zmenšovat a klesne na hodnotu přibližně o 10 % nižší, než je maximální, avšak nikoliv později než v okamžiku, kdy se tepelný proud snížil až na ustálenou hodnotu, zavede se do prostoru 1 mezi katodou 2 a čelní stranou a dutou anodou 3 oxidační činidlo.

Zavedením do prostoru 1 mezi katodou 2 s čelní stranou a dutou anodou 3 kromě uhlíkatých sloučenin i oxidačního činidla, tj. látky chemicky aktivní vůči uhlíku, se dosáhne toho, že se nadbytek uhlíku váže za vzniku těkavých sloučenin. To opět zaručuje stálost rozměrů vznikající vlastní uhlíkové elektrody a její provoz ve stavu stálého obnovování, když usazování uhlíku z plazmotvorné směsi 6 na katodu 2 je vyrovnáváno vypařováním a odnášením uhlíku v podobě sloučenin s oxidačním činidlem.

Při registrování tepelného proudu, vstupujícího do katody 2 s čelní stranou, po změně termoelektromotorické síly diferenciálního termočlánku je možno přivádění oxidačního činidla do prostoru 1 mezi katodou 2 s čelní stranou a dutou anodou 3 automatizovat, k čemuž se sig-

nály z termočlánku předávají přes automatizační soustavu stavěcím mechanismům v dopravních cestách plynu.

Při provádění způsobu podle vynálezu ke zpracovávání materiálů v prostředí plazmy pomocí zařízení znázorněného na obr. 2 se pro stabilizování elektrického světelného oblouku připojí na zdroj 4 napájení přes stykač 10 a odpor 11 tryska 12. Odpor 11 omezí proud na dobu zapálení elektrického světelného oblouku.

Jako anoda 3 slouží materiál, který se má zpracovat.

Při provádění způsobu podle vynálezu ke zpracovávání materiálů v prostředí plazmy pomocí tohoto zařízení se dosahuje stálého obnovování z plazmotvorné směsi jen katody 2 s čelní stranou, nacházející se v zařízení k vytváření světelného oblouku.

Je-li u zařízení znázorněných na obr. 1 a 2 zařízení k vytváření světelného oblouku napojeno na napájecí zdroj 4 se střídavým napětím, dochází k obnovování elektrod v časových obdobích, kdy tyto elektrody fungují jako katody.

Na diagramu, znázorněném na obr. 3, je zakreslena křivka 13, která vyznačuje závislost velikosti tepelného proudu vstupujícího do elektrody na době hoření elektrického světelného oblouku, přičemž na ose pořadnic je vynesena tepelný proud Q , vstupující do elektrody, v kilowattech a na ose úseček je vynesena doba hoření elektrického světelného oblouku v sekundách.

Z průběhu křivky 13 je patrné, že v okamžiku t_1 po zapálení elektrického světelného oblouku dosáhne tepelný proud, vstupující do elektrody, své maximální velikosti, které odpovídá bod A na křivce 13. V dalším se tepelný proud, vstupující do elektrody, začíná zmenšovat a v okamžiku t_2 klesne jeho velikost na hodnotu, která je asi o 10 % jeho maximální velikosti nižší; tomuto stavu odpovídá bod B na křivce 13. V okamžiku t_3 se velikost tepelného proudu, vstupujícího do elektrody, sníží až na ustálenou hodnotu, které odpovídá bod C.

Oxidační činidlo se do prostoru 1 mezi čelní stranou a dutou anodu 3 přivede v časovém intervalu od t_1 do t_3 .

Použije-li se jako oxidačního činidla kyslíku a/nebo vzduchu, přivede se do prostoru 1 mezi elektrodou 2 s čelní stranou a dutou anodu 3 v časovém intervalu od t_1 do t_3 kyslík a/nebo vzduch v objemovém množství, představujícím 0,4 až 0,9 násobek onoho množství oxidačního prostředku, jehož je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uhlovodíků ve směsi.

Použije-li se jako oxidačního činidla kysličníku uhličitého, zavede se do prostoru 1 mezi čelní stranou elektrody 2 a dutou anodu 3 v časovém intervalu od t_1 do t_3 v objemovém množství, které překračuje 1,05 až 2,5 násobně ono množství oxidačního prostředku, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uhlovodíků ve směsi.

V dalším jsou popsány dvě obměny provádění způsobu podle vynálezu ke zpracovávání materiálů v prostředí plazmy.

Udržuje-li se množství oxidačního činidla ve výše uvedených mezích, zůstává tepelný proud, vstupující do katody 2 s čelní stranou, který se snížil až na ustálenou hodnotu, jež za jinak stejných podmínek odpovídá intenzitě proudu elektrického oblouku, od okamžiku t_3 nezměněný v průběhu celé doby hoření.

Když však, podmiňeno technologickými požadavky, se zpracování materiálu v prostředí plazmy musí počínat okamžikem 4 (obr. 4) provádět s menším množstvím oxidačního činidla, než jak výše uvedeno, pak se počíná okamžikem t_4 oxidační činidlo - je-li jím kyslík

nebo vzduch - zavádí do prostoru mezi katodu 2 s čelní stranou a dutou anodu 3 v objemovém množství menším než 0,4násobek onoho množství, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uhlovodíků ve směsi, nebo - při použití kysličníku uhličitého jakožto oxidačního činidla - v objemovém množství menším než 1,05násobek onoho množství oxidačního činidla, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uhlovodíků ve směsi.

Počínaje okamžikem τ_5 začíná znovu zvětšování rozměrů vlastní uhlíkové elektrody, což je doprovázeno zvýšením tepelného proudu vstupujícího do elektrody.

Časový interval od τ_4 do τ_5 , odpovídající normálnímu provozu katody 2 se sníženou spotřebou oxidačního činidla, závisí na jinak stejných podmínkách od míry snížení spotřeby oxidačního činidla a stane se minimálním při úplném vyřazení oxidačního činidla ze složení plazmotvorné směsi.

V okamžiku τ_6 překračuje velikost tepelného proudu vstupujícího do katody 2, kteréžto velikosti odpovídá bod D na křivce 13, o 10 až 15 % ustálenou hodnotu tepelného proudu vstupujícího do katody 2, kterážto ustálená hodnota, jak výše uvedeno, odpovídá bodu C.

V tomto okamžiku se množství oxidačního činidla v plazmotvorné směsi opět zvýší až na množství, které se přivádělo v časovém intervalu od τ_1 do τ_3 , na kteréžto hodnotě se udržuje tak dlouho, až se tepelný proud vstupující do katody 2 v časovém okamžiku τ_7 zmenší až na ustálenou hodnotu odpovídající bodu C, načež se množství oxidačního činidla v plazmotvorné směsi opět sníží až na hodnotu, odpovídající technologickým požadavkům.

V dalším průběhu se změna množství oxidačního činidla v plazmotvorné směsi provádí stejným způsobem, tj. toto množství se během celé doby zpracování v prostředí plazmy periodicky mění. Tím je dána možnost, provádět zpracování v prostředí plazmy po převažující dobu v plynném prostředí s vysokou redukční schopností, přičemž současně není narušován provozní stav stálého obnovování katody.

Zvýšení množství oxidačního činidla dříve, než se tepelný proud vstupující do katody zvětšil o 10 %, není účelné, poněvadž to vede ke zkrácení celkové doby zpracování v plynném prostředí se zvýšenou redukční schopností, zatímco změna rozměrů katody, jež odpovídá tomuto zvětšení tepelného proudu, není z hlediska stabilního hoření elektrického světelného oblouku a z hlediska jakosti zpracování nebezpečná.

Zvětšení množství oxidačního činidla, potom co se tepelný proud vstupující do katody 2 zvětšil o 15 % ve srovnání s ustálenou hodnotou, není žádoucí, poněvadž geometrické rozměry katody 2 se přitom zvětší natolik, že dochází k významnému prodloužení časového intervalu od τ_6 do τ_7 , v jehož průběhu se parametry, charakterizující stav katody 2, tj. její rozměry a tepelný proud vstupující do katody 2, vrací na původní ustálené hodnoty.

Změnu množství oxidačního činidla je možno automatizovat, k čemuž se termočlánky, které registrují změnu teploty vody chladící katodu 2, tj. při konstantním průtoku vody změnu tepelného proudu vstupujícího do katody 2, spojí se stavěcím mechanismem v hlavním vedení pro přívod oxidačního činidla.

Možnost periodické změny složení plazmotvorné směsi, sestávající z uhlovodíků a oxidačního činidla a jsoucí ve styku s pracovním povrchem katody, byla experimentálně zjištěna.

Při tavení vsázky karbidu vápníku s uhlíkem v prostředí plazmy v grafitovém kelímku prostřednictvím vneseného stejnosměrného světelného oblouku, při němž jako anoda sloužil zpracovávaný materiál, se použilo plazmatronu se stále se obnovující katodou. Jako plazmotvorné směsi, která umožňovala neustálé obnovování katody, bylo použito přírodního plynu ve směsi se vzduchem, přičemž použité objemové množství vzduchu odpovídalo 45 % onoho

množství, jehož je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi přírodního plynu ve směsi. Oxidační prostředek byl do prostoru mezi elektrodami zaveden v okamžiku, kdy tepelný proud vstupující do katody dosáhl své maximální hodnoty, a spotřeba oxidačního činidla byla při původních pokusech udržována konstantní na výše uvedené úrovni.

Zkoumání za těchto podmínek přetaveného materiálu však ukázalo, že pro zlepšení jeho kvality je nutné zvýšení redukční schopnosti v plynném prostředí elektrického světelného oblouku v oblasti zpracování, a toho bylo možno s ohledem na nutnost stálého obnovování katody plazmatronu dosáhnout jen snížením spotřeby oxidačního činidla až do jeho úplného vyřazení. Pokusy, snížit spotřebu oxidačního činidla až na minimum nebo toto činidlo po celou dobu tavení úplně vyřadit, neměly příznivý výsledek vzhledem ke zvětšení rozměrů uhlíkového útvaru, který působil jako vlastní uhlíková katoda, a k tím podmíněným jevům: zvětšení lability katodové oblasti, destabilizace elektrického světelného oblouku, změna jeho geometrických rozměrů a tepelně fyzikálních parametrů, jejichž následkem bylo buď zhasnutí elektrického světelného oblouku nebo, výrazné zhoršení jakosti zpracování, tj. byly potvrzeny známé nedostatky provozu katody v uhlovodících bez oxidačního činidla.

Proto byl podniknut pokus, provést celé tavení v periodickém provozním stavu: po největší část doby hořel elektrický světelný oblouk při minimálním obsahu oxidačního činidla a periodicky byla, v okamžicích zvýšení tepelného proudu, plazmatvorná směs obohacena vzduchem v množství, které odpovídalo normálnímu provozu katody ve stavu stálého obnovování, tj. bylo přidáno takové objemové množství vzduchu, které odpovídalo 0,4 až 0,9 násobku onoho množství, jehož je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi přírodního plynu. Časové intervaly $T_6 \dots T_7$, v jejich průběhu jako plazmatvorná směs sloužila směs přírodního plynu a vzduchu v uvedeném poměru, nepřekročily 60 sekund, zatímco časové intervaly hoření elektrického světelného oblouku při minimálním obsahu oxidačního činidla činily 200 ... 300 sekund.

Četnými pokusy byla stanovena optimální hodnota pro překročení tepelného proudu vstupujícího do katody oproti ustálené hodnotě, která odpovídá časovému okamžiku zvýšení množství oxidačního činidla o 10 až 15 %.

Pokusy ukázaly, že periodická změna množství oxidačního činidla v plazmatvorné směsi je možná nejen při hoření elektrického světelného oblouku s vynesenu anodou, nýbrž i při zpracovávání materiálů plazmovým paprskem, tj. s tryskovou anodou plazmatronu, zejména v případech, kdy katoda a anoda plazmatronu jsou odděleny mezitryskou, a že je možný oddělený přívod plazmatvorných plynů do katodové a anodové oblasti elektrického světelného oblouku.

Dále uvedené příklady vynález blíže objasňují.

P ř í k l a d 1

Elektrický světelný oblouk o intenzitě proudu 400 A se zapálí v zařízení na vytváření světelného oblouku mezi měděnou katodou s čelní stranou, kterážto katoda je vlisována do vodou chlazeného držáku katody, a vodou chlazenou dutou anodou v plazmatvorné směsi obsahující metan. Chladicí voda pro katodu protéká předem pomocí termostatu cejchovaným diferenciálním termočlánkem, jehož "studený" spoj je přiletován k trubce, jíž chladicí voda proudí do katody, zatímco "horký" spoj je přiletován k trubce, jíž se zahřátá chladicí voda odvádí z katody.

Vzniklá termoelektromotorická síla, úměrná teplotnímu rozdílu v těchto trubkách, se přivádí do samočinně zapisujícího elektronického kompenzátoru, který provádí kontinuální záznam termoelektromotorické síly rychlostí 1 800 mm/s.

Množství chladicí vody, protékající katodou, se udržuje konstantní na hodnotě 200 g/s. Z hodnoty teplotního rozdílu a množství chladicí vody je možno v libovolném okamžiku určit velikost tepelného proudu vstupujícího do katody.

Dvacet vteřin po zapálení elektrického světelného oblouku dosáhne tepelný proud, vstupující do katody, své maximální hodnoty rovnající se 4,0 kW, načež začne klesat. Při snížení tepelného proudu až na hodnotu 3,4 kW, tj. na hodnotu o 15 % nižší, než je maximální hodnota, k čemuž dojde po uplynutí 45 sekund od zapálení elektrického světelného oblouku, se do prostoru mezi měděnou katodou a dutou anodou zavede kysličník uhličitý jakožto oxidační činidlo.

Elektrický světelný oblouk hoří nadále stabilně při provozu katody ve stavu stálého obnovování.

P ř í k l a d 2

Postupuje se jako v příkladu 1. Oxidační činidlo se však zavede do prostoru mezi měděnou katodou a dutou anodou po uplynutí 10 sekund od zapálení elektrického světelného oblouku, tj. před okamžikem, kdy tepelný proud dosáhne své maximální hodnoty 4,0 kW. V tomto případě dochází k intenzivní erozi pracovní oblasti elektrody.

P ř í k l a d 3

Postupuje se jako v příkladu 1. Kysličník uhličitý jakožto oxidační činidlo se však do prostoru mezi měděnou katodou a dutou anodou zavede po uplynutí 180 sekund od dosažení stacionární hodnoty tepelného proudu vstupujícího do katody, který činí 2,8 kW a který se ustaví 90 sekund po zapálení elektrického světelného oblouku.

Již v této době nehoří elektrický světelný oblouk stabilně při kolísání napětí, teploty a rozměrů plazmového paprsku, a zavedení oxidačního prostředku má za následek návrat elektrického světelného oblouku do stavu stabilního hoření až teprve po delším časovém období trvajícím 120 sekund, v jehož průběhu je kvalita zpracování materiálu v prostředí plazmy zhoršena.

P ř í k l a d 4

Plazmotvorná směs obsahující metan se v množství 2 800 l/h přivádí do prostoru mezi katodou z tyčového grafitu, který je vlišován do držáku vodou chlazené měděné katody, kterýžto držák je částí zařízení k vytváření světelného oblouku, jež zahrnuje též vodou chlazenou měděnou trysku, a taveninou kovu, která slouží jako vynesená anoda.

Mezi katodou a anodou se zapálí stejnosměrný světelný oblouk o intenzitě proudu 600 A.

Jakmile tepelný proud vstupující do katody dosáhne maximální hodnoty, zavede se do prostoru mezi elektrodami jako oxidační činidlo kyslík v množství 630 l/h, což odpovídá 0,45násobku onoho množství kyslíku, jehož je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi 2 800 l/h methanu, vypočteno podle vztahu (7).

Pak, když při tomto složení plazmotvorné směsi elektrický světelný oblouk přejde do stavu stabilního hoření při stacionární hodnotě tepelného proudu vstupujícího do katody, kterážto hodnota činí 1,3 kW, se spotřeba kyslíku sníží až na 315 l/h, což odpovídá 0,22násobku onoho množství, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi 2 800 l/h methanu.

Tento provozní stav se dodržuje až do okamžiku zvýšení tepelného proudu vstupujícího do katody o 15 % ze stacionární hodnoty, tj. až na 1,5 kW, načež se spotřeba kyslíku opět zvýší na 630 l/h na dobu až do opětovného snížení tepelného proudu vstupujícího do katody až na hodnotu 1,3 kW.

Provádění uvedených opatření se periodicky opakuje, což umožňuje provádět tavbu kovu po největší část doby v plynném prostředí s vysokou redukční schopností.

P ř í k l a d 5

Plazmotvorná směs obsahující methan CH_4 se v množství 4 000 l/h přivádí do prostoru mezi katodou z tyčového grafitu, který je vlisován do vodou chlazeného měděného držáku katody, který je částí zařízení k vytváření světelného oblouku, jež zahrnuje i vodou chlazenou měděnou trysku, a taveninou kovu, která slouží jako vynesená anoda.

Mezi katodou a anodou se zapálí stejnosměrný světelný oblouk o intenzitě proudu 500 A.

Jakmile tepelný proud vstupující do katody dosáhne maximální hodnoty, zavede se do prostoru mezi katodou a anodou vzduch, jakožto oxidační činidlo v množství 6 500 l/h, což odpovídá 0,68násobku onoho množství vzduchu, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi 4 000 l/h methanu, počítáno podle vztahu (7) s přihlédnutím k obsahu kyslíku ve vzduchu, jenž činí 21 %.

P ř í k l a d 6

Plazmotvorná směs obsahující přírodní plyn, který sestává nejméně z 90 % methanu, se v množství 7 200 l/h přivádí do prostoru mezi katodou z tyčového grafitu, který je vlisován do vodou chlazeného měděného držáku katody, který je částí zařízení k vytváření světelného oblouku, jež zahrnuje i vodou chlazenou měděnou trysku, a taveninou kovu, která slouží jako vynesená elektroda.

Mezi katodou a anodou se zapálí stejnosměrný světelný oblouk o intenzitě proudu 500 A.

Jakmile tepelný proud vstupující do katody dosáhne maximální hodnoty, zavede se do prostoru mezi katodou a anodou vzduch jakožto oxidační činidlo v množství 14 600 l/h, což odpovídá 0,85násobku onoho množství vzduchu, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uvedeného množství přírodního plynu, počítáno podle vztahu (7) s přihlédnutím k obsahu kyslíku ve vzduchu ve výši 21 %.

P ř í k l a d 7

Plazmotvorná směs obsahující methan CH_4 se v množství 3 000 l/h přivádí do zařízení k vytváření světelného oblouku mezi katodou z tyčového hafnia, který je vlisován do vodou chlazeného měděného držáku katody, a dutou měděnou anodou chlazenou vodou.

Mezi katodou a anodou se zapálí stejnosměrný světelný oblouk o intenzitě proudu 500 A.

Jakmile tepelný proud vstupující do katody dosáhl maximální hodnoty, zavede se do prostoru mezi katodou a anodou kysličník uhličitý jakožto oxidační činidlo v množství 3 300 l/h, což objemově odpovídá 1,1násobku onoho množství, jehož je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uvedeného množství methanu, počítáno podle vztahu (8).

Potom, když se hoření elektrického světelného oblouku stabilizuje při stacionární hodnotě tepelného proudu vstupujícího do katody, jenž činí 1,1 kW, sníží se spotřeba kysličníku uhličitého až na 1 600 l/h, což objemově odpovídá 0,53násobku onoho množství, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi methanu v množství 3 000 l/h.

Při uvedeném složení plazmotvorné směsi se pracuje tak dlouho, až tepelný proud vstupující do katody stoupne na 1,25 kW, tj. o 14 % stacionární hodnoty. Pak se spotřeba kysličníku uhličitého opět zvýší na 3 300 l/h a toto složení plazmotvorné směsi se udržuje až k opětovnému snížení tepelného proudu vstupujícího do katody na stacionární hodnotu 1,1 kW.

V dalším se toto měnění složení plazmotvorné směsi v průběhu celé doby provozu periodicky opakuje, což v tomto případě umožňuje udržování vysoce redukčního prostředí v oblasti zpracování.

Příklad 8

Plazmotvorná směs obsahující methan CH_4 se v množství 4 200 l/h přivádí do zařízení k vytváření světelného oblouku do prostoru mezi katodou z tyčového grafitu, který je vlisován do vodou chlazeného měděného držáku katody, a dutou měděnou anodou chlazenou vodou.

Mezi katodou a anodou se zapálí stejnosměrný světelný oblouk o intenzitě proudu 650 A.

Jakmile tepelný proud vstupující do katody dosáhne maximální hodnoty, zaveďte se do prostoru mezi katodou a anodou kysličník uhličitý jakožto oxidační činidlo v množství 7 560 litrů/h, tj. v objemovém množství odpovídajícím 1,8násobku onoho množství, jehož je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uvedeného množství methanu, počítáno podle vztahu (8).

Příklad 9

Plazmotvorná směs obsahující přírodní plyn, který z největší části sestává z methanu CH_4 , se v množství 6 200 l/h přivádí do zařízení k vytváření světelného oblouku do prostoru mezi katodou a tyčového grafitu, který je vlisován do vodou chlazeného měděného držáku katody, a dutou měděnou anodou, chlazenou vodou.

Mezi katodou a anodou se zapálí stejnosměrný světelný oblouk o intenzitě proudu 850 A.

Jakmile tepelný proud vstupující do katody dosáhne maximální hodnoty, zaveďte se do prostoru mezi katodou a anodou kysličník uhličitý jakožto oxidační činidlo v množství 14 900 l/h, což objemově 2,4násobně překračuje ono množství kysličníku uhličitého, jehož je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uvedeného množství přírodního plynu, počítáno podle vztahu (8).

Příklad 10

Plazmotvorná směs obsahující kysličník uhelnatý CO ($n = 1$) se v množství 1 080 l/h, což odpovídá sekundové spotřebě kysličníku uhelnatého $0,6 \times 10^{-3}$ l/As redukované na proud 500 A světelného oblouku, přivádí do zařízení k vytváření světelného oblouku do prostoru mezi katodou z tyčového grafitu, který je vlisován do vodou chlazeného měděného držáku katody, a vodou chlazenou dutou měděnou anodou.

Mezi katodou a anodou se zapálí stejnosměrný světelný oblouk o intenzitě proudu 500 A.

Jakmile tepelný proud vstupující do katody dosáhne maximální hodnoty, zaveďte se do prostoru mezi katodou a anodou kysličník uhličitý jakožto oxidační činidlo v množství 1 200 l/h.

Nízký obsah kysličníku uhelnatého CO v plazmotvorné směsi je možný následkem malé chemické afinity kysličníku uhličitého CO_2 k uhlíku C; volná slučovací energie kysličníku uhelnatého CO při reakci kysličníku uhličitého CO_2 s uhlíkem C činí při teplotě 1 000 K - 19,55 kcal/mol.

Příklad 11

Plazmotvorná směs obsahující kysličník uhelnatý CO ($n = 1$) se v množství 9 000 l/h, což odpovídá sekundové spotřebě kysličníku uhelnatého 5×10^{-3} l/As, redukované na proud 500 A světelného oblouku, přivádí do prostoru mezi katodou ze spektrálně čistého tyčového grafitu, který je vlisován do vodou chlazeného měděného držáku katody, a dutou měděnou anodou, která je rovněž chlazená vodou.

Mezi katodou a anodou se zapálí stejnosměrný světelný oblouk o intenzitě proudu 500 A.

Jakmile tepelný proud vstupující do katody dosáhne maximální hodnoty, zavede se do prostoru mezi katodou a anodou kyslík jakožto oxidační činidlo v množství 2 000 l/h.

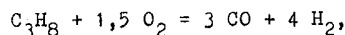
Zvýšení obsahu kysličníku uhelnatého oproti příkladu 10 je podmíněno tím, že kyslík má větší chemickou afinitu k uhlíku než kysličník uhličitý.

Volná slučovací energie kysličníku uhelnatého CO při reakci uhlíku s kyslíkem při teplotě 1 000 K činí -45,11 kcal/mol.

P ř í k l a d 12

Plazmotvorná směs obsahující propan C_3H_8 ($n = 3$) se v množství 1 945 l/h, což odpovídá sekundové spotřebě propanu $\frac{2,7 \times 10^{-3}}{3}$ l/As, redukované na proud 600 A světelného oblouku, přivádí do zařízení k vytváření světelného oblouku do prostoru mezi katodou ze spektrálně čistého tyčového grafitu, který je vlisován do vodou chlazeného měděného držáku katody, a dutou měděnou anodou, rovněž chlazenou vodou.

Konverze propanu pomocí vzduchu probíhá podle reakce



tj. teoreticky je k úplné konverzi 1 945 l/h propanu zapotřebí asi 2 920 l/h kyslíku nebo asi 13 900 l/h vzduchu.

Mezi katodou a anodou se zapálí stejnosměrný světelný oblouk o intenzitě proudu 600 A.

Jakmile tepelný proud vstupující do katody dosáhne maximální hodnoty, zavede se do prostoru mezi katodou a anodou vzduch jakožto oxidační činidlo v množství 9 730 l/h, což odpovídá 0,7násobku onoho množství, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uhlovodíků.

P ř í k l a d 13

Plazmotvorná směs obsahující methan CH_4 ($n = 1$) se v množství 3 450 l/h, což odpovídá sekundové spotřebě methanu $1,2 \times 10^{-3}$ l/h, redukované na proud 800 A světelného oblouku, přivádí do zařízení k vytváření světelného oblouku do prostoru mezi katodou ze spektrálně čistého tyčového grafitu, který je vlisován do vodou chlazeného měděného držáku katody, a dutou měděnou anodou, která je rovněž chlazena vodou.

Mezi katodou a anodou se zapálí stejnosměrný světelný oblouk o intenzitě proudu 800 A.

Jakmile tepelný proud vstupující do katody dosáhne maximální hodnoty, zavede se do prostoru mezi katodou a anodou kysličník uhličitý jakožto oxidační činidlo v množství 5 500 l/h.

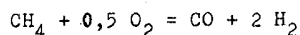
Snížení spotřeby uhlíkaté sloučeniny (methanu), redukované na uvedený proud, oproti spotřebě v příkladu 12 je možné proto, poněvadž kysličník uhličitý je chemicky méně reaktivní vůči uhlovodíkům než kyslík a vzduch.

P ř í k l a d 14

Plazmotvorná směs, obsahující přírodní plyn, sestávající z 90 % methanu CH_4 , a argon se v množství 3 000 l/h přírodního plynu a 1 000 l/h argonu přivádí do prostoru mezi elektrodami.

Mezi katodou s čelní stranou, upravenou v plazmovém proudu, kterážto katoda zahrnuje podložku ze spektrálně čistého grafitu, a anodou v grafitovém kelímku s náplní uhlíku a karbidu vápníku se zapálí stejnosměrný světelný oblouk o intenzitě proudu 600 A.

Jakmile tepelný proud vstupující do katody dosáhne maximální hodnoty, přeruší se přívod argonu do prostoru mezi elektrodami a zavede se sem jakožto oxidační činidlo vzduch v množství 3 600 l/h, což odpovídá 0,5násobku onoho množství, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi 3 000 l/h přírodního plynu podle vztahu (7):



Po uplynutí 60 sekund od okamžiku, kdy tepelný proud vstupující do katody dosáhne stacionární hodnoty 1,5 kW, zastaví se přívod vzduchu. Po uplynutí 150 sekund od uzavření přívodu vzduchu, tj. při hoření elektrického světelného oblouku v plynném prostředí, sestávajícím pouze z přírodního plynu, začne tepelný proud vstupující do katody stoupat a dosáhne po uplynutí 200 sekund od uzavření přívodu vzduchu hodnoty 1,65 kW, tj. hodnoty, překračující o 10 % stacionární hodnotu. V okamžiku se do prostoru mezi elektrodami opětně přivede vzduch v množství 3 600 l/h. Po uplynutí 30 sekund od okamžiku, kdy tepelný proud vstupující do katody se snížil až na 1,5 kW se přívod vzduchu opět uzavře.

Tímto způsobem se provádí celá tavná za periodického přivádění vzduchu do plazmotvorné směsi jen na krátká časová období ve srovnání s dobou hoření elektrického světelného oblouku v čistém přírodním plynu. Elektrický světelný oblouk přitom hoří stabilně a kvalita utaveného materiálu je uspokojivá.

Kromě výše uvedených příkladů, při nichž se oxidační činidlo a uhlíkaté sloučeniny přivádějí do kontaktní zóny s elektrodami do prostoru mezi elektrodami zařízení k vytváření světelného oblouku společně, je možno je přivádět i odděleně.

Toto oddělené přivádění je určováno tím, že usazování uhlíku na elektrodách, které jsou pod různými potenciály, tj. na katodě a na anodě, probíhá podle různých zákonů, a odnášení nadbytečného uhlíku je podmíněno jak chemickým působením látek, s ním reagujících, tak i jeho odpařováním účinkem tepla elektrického světelného oblouku.

Je známo, že jedna z hlavních složek tepelného proudu vstupujícího do katody je při výskytu víceatomových, zejména dvouatomových molekul v plazmotvorné směsi, včetně molekul oxidačního činidla, určována neutralizací kladných iontů na katodě za vzniku atomů a jejich následným sloučením v molekuly.

Přitom se na katodě uvolňuje ionizační a disociační energie těchto plynů.

Tento postup probíhá podle níže uvedených schematických rovnic:



kde

A^+ znamená kladně nabitý ion plynu,
 A znamená neutrální atom plynu,
 Q_1 znamená ionizační energii plynu,
 Q_2 znamená disociační energii plynu a
 e znamená elektron.

U dusíku činí hodnoty Q_1 a Q_2 335 kcal/mol, resp. 225 kcal/mol a u kyslíku 313 kcal/mol, popř. 118 kcal/mol. Pokusně bylo zjištěno, že při hoření elektrického světelného oblouku

s velkou intenzitou proudu je v jednotlivých případech možné odstranění nadbytku uhlíku na katodě pouze tepelným účinkem elektrického světelného oblouku bez zvláštního přivádění oxidačního činidla do kontaktní zóny s katodou, což na anodě nikdy nebývá.

To umožňuje zmenšit tepelný proud, vstupující do katody, vypuštěním oxidačního činidla z plynného prostředí, které je ve styku s katodou, následkem vyřazení ionizační a disociační energie, vybíjejících se na katodě, což na druhé straně umožňuje zvýšení pracovní schopnosti katody.

K odstraňování nadbytku uhlíku v anodovém kanálu dochází působením oxidačního činidla, které se přivádí do prostoru mezi elektrodami bezprostředně v anodovém kanálu mimo oblast styku s pracovním povrchem katody.

Uhlíkaté sloučeniny je možno přivádět do prostoru mezi elektrodami buď zcela jen do oblasti styku s pracovním povrchem katody, nebo částečně do této oblasti a částečně už do kanálu anody.

Zařízení, znázorněné na obr. 5, je určeno pro zpracovávání s výhodou elektricky nevodivých materiálů plazmovým paprskem, který se získá při hoření elektrického světelného oblouku mezi elektrodami zařízení k vytváření světelného oblouku.

Do prostoru 1 (obr. 5) mezi katodou 2 a čelní stranou a dutou anodou 3 zařízení k vytváření světelného oblouku, připojeného ke zdroji 4 stejnosměrného proudu, se vložkou 5 přivádí plazmotvorná směs 6, která jako uhlíkaté sloučeniny obsahuje uhlovodíky nebo kysličník uhelnatý.

Mezi katodou 2 s čelní stranou a dutou anodou se zapálí elektrický světelný oblouk.

Do trubky 7, upravené uvnitř držáku 8 katody, jakož i do dutých chladicích prostorů 9 a 14 duté anody 3 a mezitrysky 12 se přivádí chladicí kapalina. Oxidační činidlo 15 nebo jeho směs s uhlíkatými sloučeninami se přivádí do prostoru 1 mezi elektrodami 2 a 3 kanály ve vložce 16, upravené mezi mezitryskou 12 a dutou anodou 3.

Oxidační činidlo 15 se tedy přivádí mimo oblast styku plazmotvorné směsi 6 s pracovním povrchem katody 2, která se touto směsí neustále obnovuje.

Toto ze své strany umožňuje provádět diferencované regulování provozního stavu každé z elektrod, katody 2 a anody 3, které pracují následkem rozdílné polarizace za různých podmínek.

P ř í k l a d 15

Mezi katodou s čelní stranou a podložkou ze spektrálně čistého grafitu, která je upravena v plazmatronu a zalisována do vodou chlazeného měděného držáku katody, a vodou chlazenou dutou anodou, které jsou navzájem odděleny mezitryskou, se zapálí stejnosměrný světelný oblouk o intenzitě proudu 500 A.

Do oblasti styku s katodou se přivádí plazmotvorná směs, sestávající z 2 500 l/h přírodního plynu a 1 000 l/h argonu.

Do oblasti styku s anodou, tj. za mezitryskou se přivádí plazmotvorná směs, sestávající z 2 000 l/h přírodního plynu a 3 500 l/h vzduchu.

Jakmile tepelný proud vstupující do katody dosáhne své maximální hodnoty, přivede se do oblasti styku s katodou vzduch jakožto oxidační činidlo v množství 3 750 l/h, což odpovídá 0,63násobku onoho množství, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi 2 500 l/h přírodního plynu, a přívod argonu se přeruší.

Po uplynutí 60 sekund od okamžiku, kdy tepelný proud vstupující do katody dosáhne stacionární hodnoty 1,8 kW, sníží se množství vzduchu, přiváděného do oblasti styku s pracovním povrchem katody, až na 1 250 l/h, což objemově odpovídá 0,21násobku onoho množství, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi 2 500 l/h přírodního plynu. Po uplynutí 300 sekund od okamžiku snížení spotřeby vzduchu začne se tepelný proud vstupující do katody zvyšovat, kterýžto proud dosáhne po uplynutí ještě 100 sekund hodnoty 2,07 kW, tj. přesáhne stacionární hodnotu o 15 %. V tomto okamžiku se spotřeba vzduchu v plazmotvorné směsi, která je ve styku s katodou, zvýší až na 3 750 l/h. Po uplynutí 30 sekund od okamžiku, kdy se tepelný proud vstupující do katody snížil až na 1,8 kW, sníží se opět množství vzduchu, přiváděného do oblasti styku s pracovním povrchem katody.

Takto se za periodického měnění složení plazmotvorné směsi v oblasti styku s pracovním povrchem katody a za uchování konstantního složení plazmotvorné směsi v oblasti styku s pracovním povrchem anody, čímž se zabrání zanášení anodového kanálu koksem, dosáhne udržení redukujícího plazmového paprsku, kterého se dále použije k redukci kysličníku siřičitého z odplynů cyklónového tavení sulfidických materiálů.

Elektrický světelný oblouk přitom stabilně hoří za stálého obnovování katody.

Z uvedených konkrétních příkladů provedení vynálezu vyplývá odborníkům na tomto poli techniky zcela jasně možnost dosažení všech cílů vynálezu v rozsahu, který je vymezen definicí předmětu vynálezu.

Je však rovněž zcela zřejmé, že je možno provést nevýznamné změny při provádění způsobu podle vynálezu, aniž by se vybočilo z rámce vynálezu. Všechny tyto změny nepředstavují překročení podstaty a rozsahu vynálezu, které jsou určeny definicí předmětu vynálezu.

Způsob podle vynálezu ke zpracovávání materiálů v prostředí plazmy umožňuje stále obnovování elektrod zařízení k vytváření světelného oblouku z plazmotvorné směsi, což opět dovoluje provádět zpracovávání materiálů, v první řadě metalurgické, v prostředí plazmy bez zhasnutí elektrického světelného oblouku a bez přerušování provozu po dobu mezi výměnami elektrod. To má za následek snížení vlastních nákladů a zlepšení kvality zpracování v prostředí plazmy, zmenšení spotřeby nákladných materiálů, z nichž se elektrody vyrábějí, jako je například wolfram, molybden, hafnium a zirkonium, jakož i jejich náhradu levnějším grafitem.

Možnost použití plazmotvorných směsí, které kromě uhlovodíků nebo kysličníku uhelnatého obsahují i kysličník uhlíčitý, umožňuje zařadit do počtu postupů, které se provádějí za stálého obnovování elektrod, i svařování konstrukčních ocelí v prostředí plazmy obsahujícím kysličník uhlíčitý, což představuje jeden z obzvláště rozšířených způsobů zpracovávání v prostředí plazmy.

Použití odplynů z chemicko-metalurgických výrob k vytvoření plazmy, kteréžto odplyny obsahují kysličník uhelnatý, kyslík, kysličník uhlíčitý a vodní páru, jednak zvyšuje ekonomickou efektivitu zpracování díky použití odplynů s nulovými vlastními náklady, jednak zlepšuje ochranu okolní přírody následkem částečného využití těchto plynů.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob zpracovávání materiálů v prostředí plazmy zavedením plazmotvorné směsi, obsahující uhlíkaté sloučeniny ze skupiny zahrnující uhlovodíky a kysličník uhelnatý a zajišťující při hoření světelného oblouku usazování uhlíku na alespoň jedné elektrodě zařízení k vytváření světelného oblouku, do prostoru mezi elektrodami, jakož i zapálením elektrického světelného oblouku a zavedením oxidačního činidla do uvedeného prostoru pro zvýšení

stability hoření elektrického světelného oblouku, vyznačující se tím, že zavedení oxidačního činidla do prostoru mezi elektrodami se provede v časovém intervalu, počínajícím okamžikem, kdy tepelný proud vstupující do jedné elektrody, na níž se usazuje uhlík, dosáhne své maximální hodnoty, a končícím okamžikem, kdy se tento tepelný proud sníží až na ustálenou hodnotu.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že při zavedení kyslíku nebo vzduchu jakožto oxidačního činidla do prostoru mezi elektrodami se tohoto oxidačního činidla použije v objemovém množství, odpovídajícím 0,4 až 0,9 násobku onoho objemového množství, jehož je zapotřebí teoreticky pro úplnou konverzi uhlovodíků směsi.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že potom, co tepelný proud vstupující do jedné elektrody dosáhl ustálené hodnoty, se kyslík nebo vzduch jakožto oxidační činidlo zavede do prostoru mezi elektrodami v objemovém množství, nižším než 0,4 násobek onoho množství, jehož je teoreticky zapotřebí k plné konverzi uhlovodíků směsi.

4. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že při zavedení kysličníku uhlíčitýho jakožto oxidačního činidla do prostoru mezi elektrodami se tohoto použije v objemovém množství, které 1,05 až 2,5 násobně překračuje ono množství, jehož je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uhlovodíků směsi.

5. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že potom co, tepelný proud vstupující do jedné elektrody dosáhl ustálené hodnoty, se do prostoru mezi elektrodami zavede kysličník uhlíčitý jakožto oxidační činidlo v objemovém množství, které je nižší než 1,05 násobek onoho množství, kterého je teoreticky zapotřebí k úplné konverzi uhlovodíků směsi.

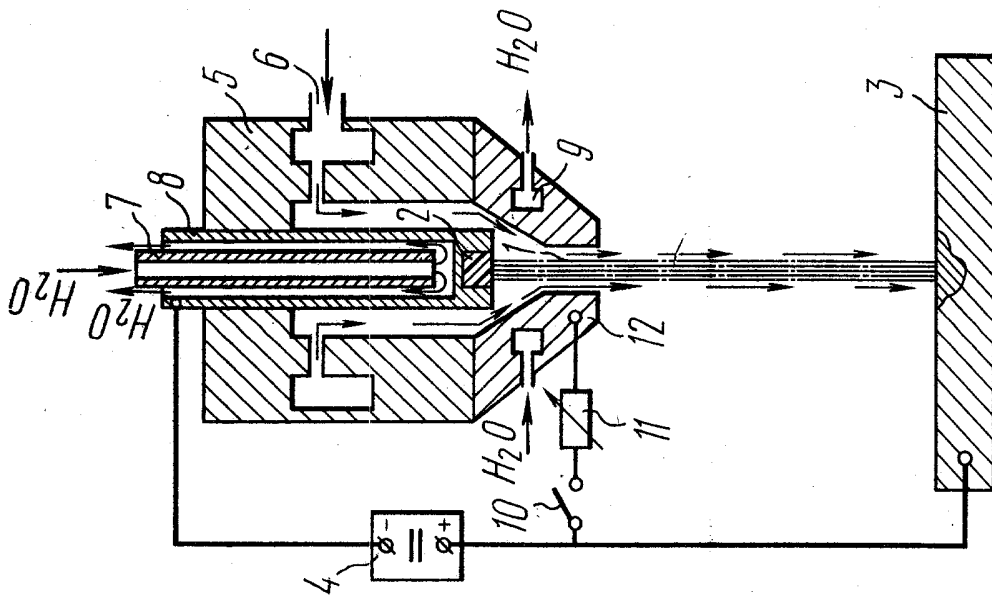
6. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že v závislosti na chemické příbuznosti oxidačního činidla s uhlíkatou sloučeninou se uhlíkatá sloučenina zavede do prostoru mezi

elektrodami v množství od $\frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{n} \text{ 1/As}$ do $\frac{6 \cdot 10^{-3}}{n} \text{ 1/As}$, kde n znamená počet atomů

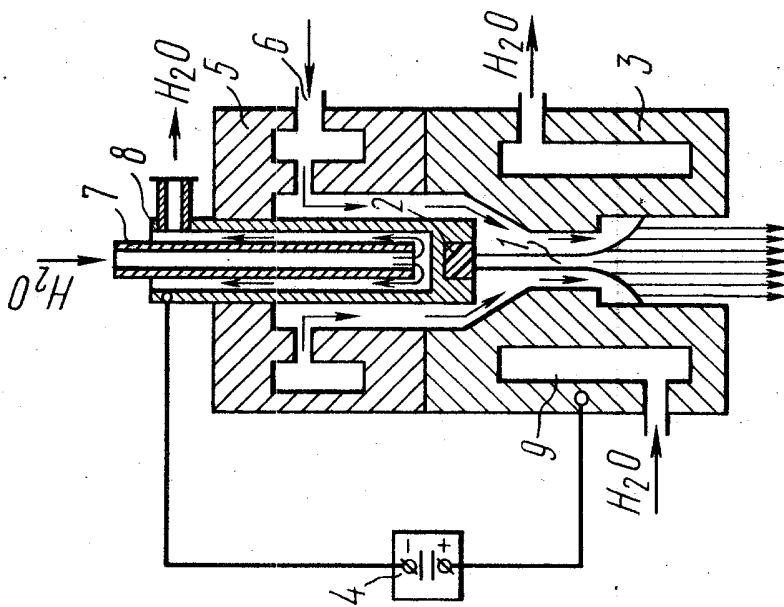
uhlíku v použité uhlíkaté sloučenině.

7. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se oxidační činidlo a plazmotvorná směs, obsahující uhlíkaté sloučeniny, zavádějí do prostoru mezi elektrodami odděleně, přičemž se uhlíkaté sloučeniny přivádějí bezprostředně do oblasti, která je ve styku s pracovním povrchem jedné z elektrod.

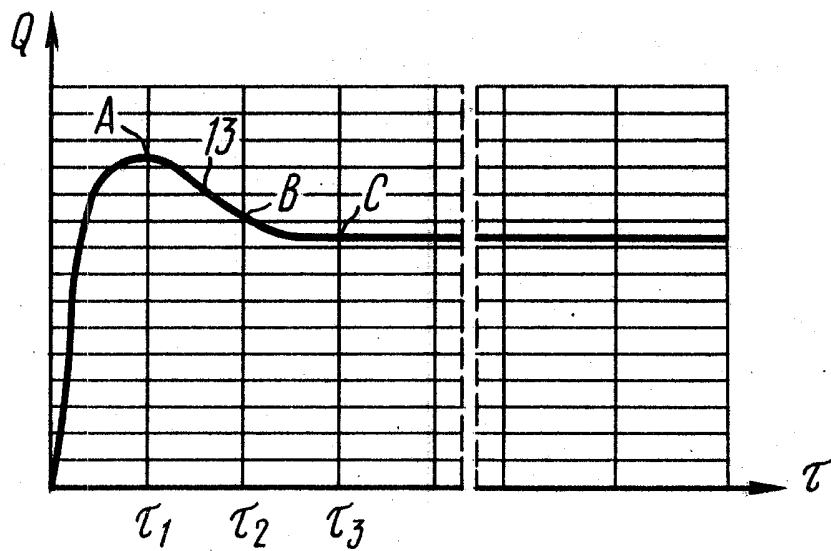
3 listy výkresů



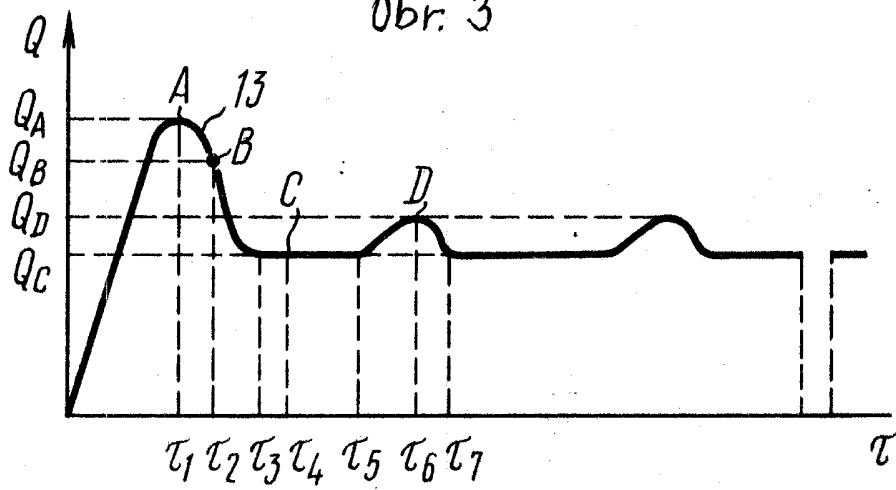
Obr. 1



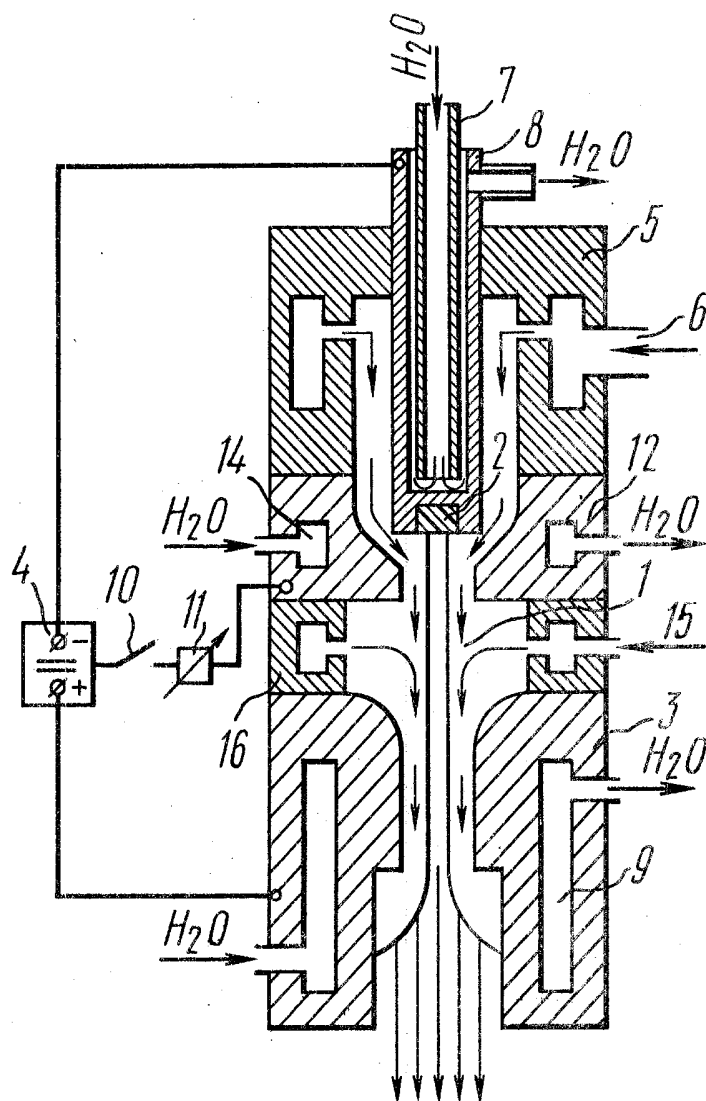
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



obr. 5