



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

216 713

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 20 08 80
(21) PV 5699-80

(51) Int. Cl.³ C 25 B 11/02

(40) Zveřejněno 29 01 82
(45) Vydáno 01 10 84

(75)

Autor vynálezu KUFUDAKIS ALEKOS RNDr., PRAHA

(54)

Bipolární elektroda

1

Vynález se týká bipolární elektrody, určené pro užití v elektrolyzáru, vytvořené z anodové části a z katodové části, mezi něž je případně vložena alespoň jedna separační vrstva a/nebo alespoň jedna konstrukční vrstva, přičemž spojení anodové části s katodovou částí případně s vloženými vrstvami je provedeno například naplátováním výbuchem. Katodová část je podle vynálezu upravena tak, aby se podstatně prodloužila její trvanlivost tím, že se zmírní nebo odstraní škodlivé namáhání působené difundujícím vodíkem na spojení katodové části s anodovou částí, případně s vloženými vrstvami.

Kovové bipolární elektrody, které byly v posledních letech vykonstruovány a začaly se používat, jsou vytvořeny z katodové části a z anodové části. Katodová část nebo její povrchová vrstva může být zhotovena z kovu, například ze železa, hliníku, niklu, olova, zinku, cínu nebo jejich slitin. V elektrolyzáru se katodová část bipolární elektrody polarizuje katodicky a přitom vzniká na jejím povrchu vodík. Anodová část je obvykle zhotovena z titanového plechu, povlečeného drahým kovem jako je platina, slitina platiny s iridiem nebo rubidiem, dále oxidy drahých kovů jako je kysličník rutheničitý. Při zapojení v elektrolyzáru se anodová část bipolární elektrody polarizuje anodicky a přitom na ní vzniká kyslík případně chlor.

Oblastí elektrody mezi jejími anodicky a katodicky pracujícími částmi se rozumí ta část bipolární elektrody, která je složena alespoň ze dvou vrstev a je situována mezi anodicky a katodicky pracujícími povrchovými plochami bipolární elektrody.

Anodový povrch, například titanový plech, bývá spojen s katodovým povrchem, například ocelí, plátováním výbuchem. Takto zhotovená bipolární elektroda bývá poškozována působením vodíku, který se vylučuje na katodovém povrchu a který difunduje přes katodový materiál směrem k anodě. Na spojení oceli s titanem se tvoří hydrid titanu, případně se uvolňuje plyný vodík. Takovým způsobem difundující vodík narušuje spojení katodové a anodové části elektrody, v daném případě vede k narušení spojení ocelititan a po určité době ke značné deformaci a nakonec se spojení rozpadne.

Aby se zabránilo narušování tohoto spojení katodové a anodové části účinkem difundujícího vodíku, je použito separační vrstvy, přes níž se provádí elektrické a mechanické spojení anodické a katodické části bipolární elektrody. Separační vrstva - nazývaná též bariéra - je ze zlata, stříbra, cínu, olova, kobaltu, molybdenu, wolframu nebo mědi; bariéra se vyznačuje nízkou difuzivitou případně permeabilitou pro vodík. Bipolární elektroda tohoto provedení, tedy tříložková, zhotovená výbuchovým plátováním, má však na rozhraní ocel-bariéra malý počet mikroskopických pórů, v nichž se difundující atomární vodík slučuje na molekulární, přičemž vznikají vysoké tlaky. To znamená, že ani takto zdokonalená bipolární elektroda se zabudovanou bariérou nemá životnost delší nežli několik měsíců a opět dojde k narušení elektrického a mechanického spojení na rozmezí ocel-bariérový kov.

Zkoušelo se zabránit difuzi vodíku směrem k titanové části bipolární elektrody tím způsobem, že se mezi titanovou a ocelovou složkou elektrody vytvořila dutina, na jejímž vnitřním povrchu tj. na povrchu ocelové složky docházelo k rekombinaci atomárního vodíku na plyný vodík. Vodivé elektrické spojení se uskutečnilo přes rám bipolární elektrody, stažený šrouby. Aby úbytky napětí průtokem silného elektrického proudu nebyly příliš velké, musí být rám masivní a na stykových plochách zabroušený. Vzdor těmto opatřením jsou úbytky napětí při průtoku proudu plochou vyšší nežli u bipolární elektrody sestavené z desek titan-ocel a spojených výbuchovým plátováním. Navíc vzniká nebezpečí koroze kolem spojovacích šroubů rámu.

Problém vedení proudu u elektrolyzáru kalolísového typu byl rovněž řešen velkým počtem šroubů z mědi nebo mosazi, zapuštěných do prohlubní vyliisovaných v ocelové desce katodové části; matice šroubů pak vyčnívají do mezielektrodového prostoru. Mezi titanovou a ocelovou částí bipolární elektrody byla vložena bariéra z inertního materiálu, například z polyvinylchloridu. Popsaný typ bipolární elektrody a její montáž jsou komplikované, tloušťka elektrody je značná.

Dále bylo navrženo do dutiny mezi titanovou a ocelovou složkou katodové části bipolární elektrody navařit spojovací článek titan-měď-ocel, zhotovený plátováním

výbuchem a navíc propojený měděnými nýty. Výroba takové bipolární elektrody je velmi složitá, proud ze spojovacích článků na pracovní titanové a ocelové plochy se přivádí přes distanční kolíky, které mají průřez o velikosti pouze 10% pracovní plochy bipolární elektrody, čímž opět vzniká velký úbytek napětí.

Nosné desky z oceli a titanu, které nesou vlastní pracovní katodové a anodové rošty, mohou být spojeny měděnými pasy nebo lištami, naplátovanými výbuchem na nosné desky. Plocha lišt je jen 10% průřezu elektrody; průchod proudu je omezen, elektroda je široká a nerozložitelná. Možnost rekombinace vodíku v pórech spojení ocel-měď není odstraněna.

Dutina mezi titanovou a ocelovou částí může být vyplněna nízkotající slitinou, která je při pracovní teplotě elektrolyzeru kapalná. Na rozhraní ocelové katodové části a kapalné slitiny dochází k rekombinaci prošlého atomárního vodíku, který v plynném stavu probublává mimo elektrodu. Potíže působí to, že při vysokých proudových hustotách se do kapalného kovu uvolňuje velké množství vodíku, který odlišně probublává, zejména u vysokých elektrod. Ve vrstvě kapalného kovu se vytvářejí dutiny naplněné vodíkem, část kapalného kovu se vytlačuje mimo elektrolyzátor a průchod proudu se zhoršuje. Také odstraňování ztuhlého kovu, vyteklého z elektrolyzátoru, je obtížné a jeho ztráty jsou značné.

Podstatou vynálezu je bipolární elektroda, určená pro užití v elektrolyzátoru, vytvořená z anodové části a z katodové části, mezi něž je případně vložena alespoň jedna separační vrstva a/nebo alespoň jedna konstrukční vrstva, přičemž spojení anodové části s katodovou částí případně s vloženými vrstvami je provedeno například plátováním výbuchem. Podle vynálezu je katodová část bipolární elektrody vytvořena z desky, jejíž pracovní povrch je opatřen alespoň jednou kapilární štěrbínou a/nebo alespoň jedním kapilárním kanálkem, přičemž hloubka alespoň jedné kapilární štěrbíny a/nebo alespoň jednoho kapilárního kanálku je rovna nejvýše tloušťce desky. Kolmo k desce je upraveno alespoň jedno žebro, které je s deskou elektricky vodivě spojeno a k ní nerozebíratelně upevněno. Podle vynálezu je katodová část zhotovena například z oceli nebo železa. Podle vynálezu je konečně poměr vzdáleností sousedních kapilárních štěrbín a/nebo sousedních kapilárních kanálků a tloušťky katodové části menší nežli 1,0.

Bipolární elektroda podle vynálezu má více výhod proti dosud známým a užívaným konstrukcím. Především je to podstatně zvýšená trvanlivost v důsledku odstranění vodíkové koroze, která se nemůže uplatnit při konstrukci podle vynálezu, jež znemožňuje destrukci spojení anodové části s katodovou částí a to i v případě vložení alespoň jedné separační vrstvy a/nebo alespoň jedné konstrukční vrstvy mezi anodovou a katodovou část.

Další výhodou bipolární elektrody podle vynálezu je zvýšená spolehlivost v provozu, což je důsledkem skutečnosti, že je vyloučena možnost vzniku zkratů mezi anodovou a katodovou částí anebo naopak možnost vzniku náhlého zvýšení elektrického odporu mezi anodovou a katodovou částí. Následkem toho nemohou ovšem vzniknout ani škodlivé dynamické účinky, které při provozu, při proudu několika tisíc ampérů, musí bezpodmínečně vzniknout následkem deformace bipolární elektrody, působené vodíkem.

Bipolární elektroda podle vynálezu má nižší hmotnost, menší tloušťku a pořizovací náklady jsou nižší. Jelikož konstrukce podle vynálezu odstraňuje nebezpečí destrukce spojení anodové části s katodovou částí difundujícím vodíkem, je tím odstraněno více konstrukčních omezení, známých u stávajících užívaných typů bipolární elektrody. Konečně je konstrukční provedení bipolární elektrody z hlediska výrobního taktéž výhodné, protože znamená zjednodušení výrobního technologického postupu vlivem skutečnosti, že není zapotřebí použít pro spojení anodové části 1 s katodovou částí 2 vesměs dosud používaného kovového rámu u jiných dosud známých konstrukcí, u nichž je katodová část vytvořena ze souboru elementů, což je velmi důležitou výhodou řešení podle vynálezu. Použitá výrobní zařízení pro vytváření kapilárních štěrbin a/nebo kapilárních kanálků jsou jednak běžně používána, jako je tomu u elektrojiskrového zařízení, jednak jsou principiálně vyřešena a jejich vývoj je pouze otázkou blízké budoucnosti, jako je tomu v případě laserového zařízení. Je zřejmé, že zhotovování kapilárních štěrbin kontinuálních a/nebo vytvářených nepřetržitě, případně vytvořených sledem jednotlivých kapilárních kanálků a to v celé tloušťce a/nebo pouze do hloubky menší nežli je tloušťka katodové části, je při použití laserového zařízení vysoce produktivní, ekonomické a technicky maximálně výhodné a přesné.

Na přiložených výkresech jsou znázorněny příklady provedení bipolární elektrody podle vynálezu. Na obr. 1 je pohled na pracovní povrch katodové části vytvořené deskou, na obr. 2 jsou zobrazeny řezy katodovou částí v podélném směru, na obr. 3 jsou zobrazeny řezy v příčném směru, na obr. 4 je řez bipolární elektrodou v nejjednodušším provedení, na obr. 5 je řez bipolární elektrodou s jednou separační vrstvou tj. tak zvanou bariérou, na obr. 6 je řez bipolární elektrodou se dvěma vrstvami mezi anodovou a katodovou částí a konečně na obr. 7 je řez bipolární elektrodou se třemi vrstvami, vloženými mezi anodovou a katodovou část.

Na obr. 1 je katodová část 2 bipolární elektrody vytvořena deskou například z oceli nebo železa, případně jiného vhodného kovu. Na pracovním povrchu jsou upraveny kapilární štěrbin a/nebo kapilární kanálky, z nichž jsou vytvořeny různé útvary. Je znázorněno několik příkladů provedení. Na obr. 2 jsou patrná provedení kapilárních štěrbin a kanálků v podélném průřezu katodové části 2. Řez A-A ukazuje rovinnou kapilární štěrbinu v celé tloušťce katodové části 2. Řez B-B ukazuje sled kapilárních štěrbin upravených v jedné rovině v celé tloušťce katodové části 2,

podélně oddělených přepážkami. Řez C-C ukazuje rovinnou kapilární štěrbinu, jejíž hloubka je menší nežli tloušťka katodové části 2. Řez D-D ukazuje sled kapilárních štěrbin, upravených v jedné rovině, jako v případě řezu B-B, ale hloubka štěrbin je menší nežli tloušťka katodové části 2. Řez E-E ukazuje sled kapilárních kanálků upravených v jedné rovině, přičemž v horní části řezu E-E jsou kanálky vedeny v celé tloušťce katodové části 2, zatímco v dolní části řezu E-E je délka kanálků menší nežli tloušťka katodové části 2. Na obr. 1 jsou ještě znázorněny některé příklady provedení kapilárních štěrbin a kanálků: pilový tvar, rovnoběžné úsečky, půlkruhy, vlnovka, meandr jednoduchý a prokládaný a konečně kapilární kanálky uspořádané do kruhu nebo tvořící vlnovku.

Na obr. 3 je příčný řez katodovou částí 2, z něhož je patrné, zda kapilární štěrbinu, a/nebo kapilární kanálky procházejí celou tloušťkou katodové části 2 nebo pouze její částí. Zároveň je patrná vzájemná poloha anodové části 1 bipolární elektrody, katodové části 2 a v ní upravených kapilárních štěrbin a/nebo kanálků, souhlasně s podélnými řezy A,B,C,D,E.

Na obr. 4 je anodová část 1 v přímém styku, například naplátováním výbuchem, s katodovou částí 2 bipolární elektrody.

Na obr. 5 je mezi anodovou část 1 a katodovou část 2 bipolární elektrody vložena separační vrstva 3, takzvaná "bariéra", která je zhotovena z mědi nebo stříbra, železa nebo niklu, kobaltu, zinku nebo slitiny. Tato separační vrstva 3 je spojena s katodovou částí 2 buď plátováním výbuchem nebo je vytvořena elektrolyticky případně plazmaticky. Jejím účelem je zabránit průniku vodíku směrem k anodové části 1. Kromě toho separační vrstva 3 usnadňuje dokonalé spojení anodové části 1 z titanu s katodovou částí 2 z oceli nebo železa, případně jiného vhodného kovu.

Na obr. 6 je bipolární elektroda vytvořená z anodové části 1 a katodové části 2, mezi něž je kromě separační vrstvy 3 vložena ještě první konstrukční vrstva 4. Účel separační vrstvy 3 je jednak stejný jako popsáno u obr. 5, jednak má vrstva 3 zabránit zatékání lehkotavitelného kovu, z něhož je zhotovena první konstrukční vrstva 4, do kapilárních štěrbin a/nebo kapilárních kanálků v katodové části 2. Účelem první konstrukční vrstvy 4 z nízkotavitelného kovu je vytvořit snadno rozebitelnou bipolární elektrodu, to znamená zajistit snadné oddělení anodové části 1 od katodové části 2 v případě nutné regenerace aktivní vrstvy na povrchu anodové části 1.

Na obr. 7 je bipolární elektroda vytvořena z anodové části 1 a katodové části 2, mezi něž je kromě separační vrstvy 3 a první konstrukční vrstvy 4 vložena ještě druhá konstrukční vrstva 5, zhotovená opět z mědi nebo stříbra apod. jako separační vrstva 3. Účelem druhé konstrukční vrstvy 5 je zlepšit pájení a spojení anodové části 1 z titanu s první konstrukční vrstvou 4, zhotovenou z nízkotavitelného kovu, který nesmáčí titan.

Zvláštní pracovní plochy katodové části 2 lze provést alespoň jedním žebrem, které je umístěno kolmo na katodovou část a s výhodou kolmo na kapilární štěrby a/nebo řady kapilárních kanálků. Toto žebro je mechanicky upevněno a elektricky vodivě spojeno s deskou, tvořící katodovou část 2.

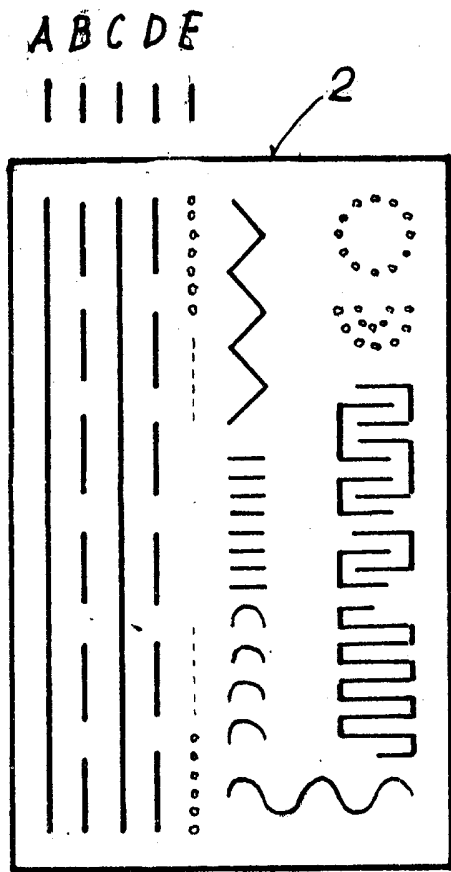
Poměr vzdálenosti sousedních kapilárních štěrbin nebo sousedních kapilárních kanálků ku tloušťce katodové části 2 bipolární elektrody musí být menší nežli 1,0.

Kapilární štěrby a/nebo kapilární kanálky jsou upraveny buď kolmo k pracovnímu povrchu katodové části 2 a/nebo jsou k němu skloněny pod zvoleným úhlem.

Po stránce možné modifikace lze uvažovat o konstrukci bipolární elektrody vytvořené z více nežli jediné katodové části 2. Tato modifikace je prakticky možná a pravděpodobně nutná v případě velkých rozměrů katodové části 2. Nevýhodou takového řešení je ovšem nutnost použití rámu, k němuž je nutno jednotlivé katodové části 2 upevnit.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Bipolární elektroda určená pro užití v elektrolyzáru, vytvořená z anodové části a z katodové části, mezi něž je případně vložena alespoň jedna separační vrstva a/nebo alespoň jedna konstrukční vrstva, přičemž spojení anodové části s katodovou částí, případně s vloženými vrstvami, je provedeno například plátováním výbuchem, vyznačená tím, že její katodová část (2) je vytvořena z desky, jejíž pracovní povrch je opatřen alespoň jednou kapilární štěrbinou a/nebo alespoň jedním kapilárním kanálkem, přičemž hloubka alespoň jedné kapilární štěrby a/nebo alespoň jednoho kapilárního kanálku je rovna nejvýše tloušťce desky a kolmo k desce je upraveno alespoň jedno žebro, které je s katodovou částí (2) elektricky vodivě spojeno a k ní nerozebíratelně upevněno.
2. Bipolární elektroda podle bodu 1 vyznačená tím, že katodová část (2) je zhotovena například z oceli nebo železa.
3. Bipolární elektroda podle bodu 1 a 2 vyznačená tím, že poměr vzdálenosti sousedních kapilárních štěrbin a/nebo kapilárních kanálků a tloušťky katodové části (2) je menší nežli 1,0.

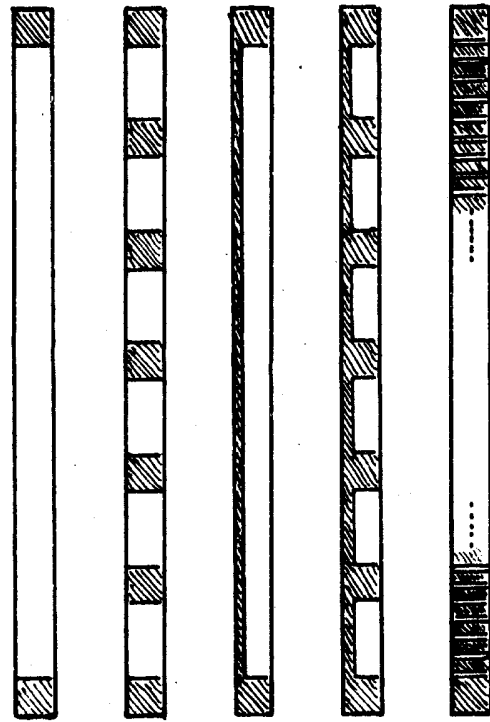


|||||

A B C D E

Obr. 1

A-A B-B C-C D-D E-E



Obr. 2

