

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2023-241

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl.:

- C25C 1/12(2006.01)
- C25C 7/02(2006.01)
- H01M 4/134(2010.01)
- C25D 17/12(2006.01)
- C25D 1/04(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA

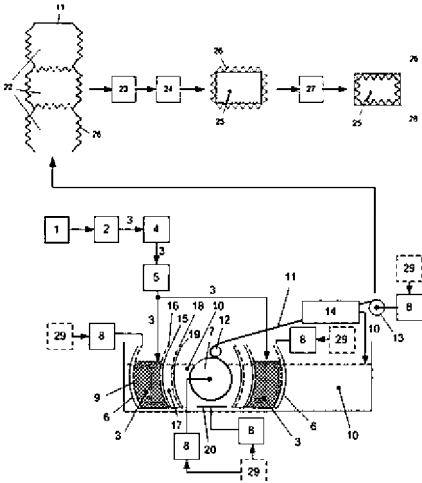


ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

- (22) Přihlášeno:21.06.2023
- (40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu:16.10.2024
(Věstník č. 42/2024)

- (71) Přihlašovatel:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
Electroforming s.r.o., Nové Město nad Metují,
Krčín, CZ
- (72) Původce:
doc. Ing. Lukáš Vojtěch, Ph.D., Nahořany, CZ
doc. Ing. Karel Dušek, Ph.D., Poděbrady, CZ
Ing. Bc. Marek Neruda, Ph.D., Hradec Králové,
Nový Hradec Králové, CZ
Mgr. Kateřina Bartošová, Dr.rer.nat., Nové Město
nad Metují, CZ
Ing. Petr Veselý, Ph.D., Kladno, Kročehlavy, CZ
Ing. Vojtěch Vigner, Ph.D., Chocnějovice, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, 281 03
Chotutice

proud má katodovou proudovou hustotou 0,1 až 20 A/dm².
Zařízení může mít i několik anodových košů (6).



- (54) Název přihlášky vynálezu:
**Zařízení pro elektrolytickou výrobu
měděných fólií**

- (57) Anotace:
Zařízení obsahuje elektrolyzér, jehož anodový koš (6) je z izolantu a jeho náplň z měděného granulátu (3) tvoří přímo rozpustnou elektrodu elektrolyzéru. Hlavní aktivní plocha každého anodového koše (6) je orientována vertikálně, je tvarovaná podle tvaru rotujícího katodového válce (7) a na zadní straně ve směru od katodového válce (7) je opatřena elektricky vodivým inertním plošným kontaktem (9). Čelo (15) anodového koše (6) je perforované a je opatřeno první filtrační vrstvou (16) z netkané textilie a k ní přiléhající sedimentační předkomorou (17), jejíž přední čelo (19) je perforované a je potažené druhou filtrační vrstvou (18). Ve spodní části rotujícího katodového válce (7) je umístěna pomocná inertní anoda (20). Na katodovém válci (7) je umístěn pomocný válec (12) pro odvin pásu (11) měděné fólie přes oplachovací tunel (14) na kladky (13). Zařízení obsahuje zdroj (8) galvanizačního proudu, jehož anodový elektrický

Zařízení pro elektrolytickou výrobu měděných fólií

Oblast techniky

Předkládané řešení se týká zařízení pro výrobu měděné fólie, které umožňuje přímou recyklaci, tedy přepracování, měděného granulátu, šrotu, do podoby tenké měděné fólie. Je uvedena i varianta zařízení pro výrobu speciální měděné fólie pro použití jako vrchní vrstvy střešní nebo fasádní krytiny, jako jsou tašky, šindele, šablony.

Dosavadní stav techniky

Vzhledem k tomu, že dosud známá zařízení pro výrobu měděných fólií souvisí úzce se způsobem zpracování, který je jimi realizován, zabývá se dosavadní stav techniky i těmito způsoby.

Tenká měděná fólie se standardně vyrábí dvěma hlavními způsoby. Prvním způsobem je metalurgický postup odléváním mědi do polotovarů a následným válcováním. Druhým způsobem je elektrolytická výroba měděné fólie, která probíhá tak, že rozpuštěná měď je v elektrolyzám z elektrolytu deponována například na titanový rotující katodový válec. V průmyslu je používána zejména inertní anoda, například titanová, potažená reaktivním kovem, tvarem může být přizpůsobena katodovému válci, například "DSA" – dimensionally stable anode, jak je uvedeno například v užitém vzoru CN 202482454 U, nebo může být anoda ve tvaru desky, například podle patentu CN 110396704 B. Inertní anoda může být i z jiných materiálů, například ze slitiny olova, jak uvádí dokument JP H0428895 A.

Měď může být dodána do elektrolytu i rozpuštěním měděného šrotu, elektrolyt je pak před vstupem do elektrolyzéry čištěn a filtrován, což je uvedeno například v dokumentech JP H0428895 A nebo JP 2014132106 A.

Dokumenty CN 112921356 A a CN 109137001 A popisují recyklaci měděného šrotu do podoby měděné fólie. Řešení podle CN 112921356 A používá inertní anodu a vstupní materiál v podobě jemného prášku s obsahem mědi suspendovaného v zásaditém elektrolytu. Nerozpustná anoda je z DSA, grafitu, platiny apod. Elektrolyt je během procesu elektrolyzy mechanicky míchán. Anodový a katodový prostor může být oddělen membránou. Původním vstupním materiálem, který je rozdrcen na prášek, jsou desky plošných spojů, výstupním produktem může být měděná fólie nebo měděný prášek, vyloučený na katodové desce z titanu, mědi, nebo DSA. Hlavním předmětem ochrany podle CN 109137001 A je systém pro filtraci elektrolytu s rozpuštěnou mědí. Výstupem procesu je elektrolyticky vyrobená měděná fólie. V elektrolytické vaně je vstupní měděný materiál oxidován na oxid mědi, ze kterého dále vzniká siran měďnatý. Roztok siranu měďnatého prochází filtry, jsou odfiltrovány pevné nečistoty.

Tato řešení však spočívají v rozpuštění měděného materiálu a následné elektrolytické extrakce z roztoku do podoby fólie. Nevýhodou těchto řešení je, že vstupní měděný materiál musí být nejprve zcela rozpuštěn nebo alespoň rozemlet, viz CN 112921356 A. Elektrolyt je pak přečištěn filtračním systémem na požadované složení. Anoda je inertní, není tvořena přímo měděným materiálem. Vstupní materiál nemůže být přímo nasypán a dosypán do anodových košů.

Jsou známá řešení, kdy měděný šrot tvoří rozpustnou anodu v elektrolytickém systému a je elektrolyticky deponován do podoby měděné katody. Jedná se tedy o elektrorafinaci sypkého či kusovitého materiálu. Ten je buď nějakým způsobem zformován slisováním do celistvé anody, dokumenty DE 19643834 C1, CN 109267099 A nebo je nasypán do anodového koše, například podle CN 2732762 Y, CN 104630823 A, US 5985123 A, případně na dno lázně, tvořené vodivým materiálem, jak uvádí dokument CN 104195592 A. Další možností je řešení, kdy je nejprve měděný šrot zcela rozpuštěn a poté je provedena elektrolytická extrakce mědi z roztoku

do podoby katody, viz CN 107502920 A.

Patent DE 19643834 C1 se zabývá přímou elektrolytickou rafinací šrotu do podoby katody. Granulát z měděných kabelů včetně plastu je slisován do bloku, který je pak použit jako běžná
 5 anoda. Granulát je slisován za tepla tlakem 80 MPa. Je udáváno, že elektrorafinace může být provedena způsobem běžným bez použití tavení. Měděný šrot je rozdrčen a vytříděn na čistotu více než 98 %. 30 kg měděného granulátu je slisováno do bloku o rozměrech 94 x 10 x 4 cm. Anoda je chráněna textilním sáčkem, který zachycuje vypadávající částice. Tato anoda je přečištěna běžným procesem elektrorafinace mědi. Příhláška vynálezu CN 109267099 A též
 10 představuje metodu recyklace měděného šrotu, kde vytříděný měděný granulát je slisován do bloku, který je dále použit jako anoda pro přečištění klasickou elektrorafinací. Řešení není zaměřeno na přímé přepracování sypké měděné anody, granulátu, na měděnou folii.

Řešení podle CN 2732762 Y popisuje přímou elektrorafinaci měděného šrotu, kde šrot je
 15 nasypán do koše s drátěným rámem, který je vyložen terylenovým sáčkem. Proud je do anodového koše přiveden vodivou měděnou deskou a dále na vodivý kruh například z nerez oceli. Dokument CN 104630823 A se zabývá přímou elektrolyzou nečistého měděného šrotu. Šrot je umístěn do anodového rámu, katodou je nerezová nebo měděná deska, je použit kyselý elektrolyt. Na rozdíl od použití běžné anody, může být v tomto případně anodový materiál
 20 průběžně doplňován bez zastavení procesu. Příhláška vynálezu US 5985123 A představuje zařízení pro přímou elektrolyzu šrotu. V elektrolytické lázni je umístěn minimálně jeden pár anodových košů. Je použito stínění ve formě mřížky pro rovnoměrné rozložení proudu.

Příhláška vynálezu CN 104195592 A představuje řešení, kde měděný šrot je vložen do
 25 elektrolyzéru s grafitovou anodou, která tvoří dno elektrolyzéru. Katodou je měděný plech. Měděný nebo mosazný materiál je upraven na menší kousky.

Hlavní nevýhodou těchto řešení DE 19643834 C1, CN 109267099 A, CN 2732762 Y, CN 104630823 A, US 5985123 A, CN 104195592 A, CN 107502920 A je, že produktem je
 30 pouze polotovár, čistá měděná katoda, nikoliv měděná fólie.

Dále jsou uvedeny příklady řešení anodových košů. Anodový koš je většinou vodivý, chemicky odolný, nejčastěji titanový. Dokument CN 208055494 U popisuje koš vyrobený z titanu nebo ze slitiny titanu, DE 7019380 U výhradně z titanu, DE 7310410 U z titanu, CN 212895056 U
 35 z titanových rámu, DE 7245624 U zejména z titanu a kovových pásů s plastovým povlakem z PVC v horní části koše pro zamezení úniku iontů, EP 0515008 A2 z titanu, US 5744013 A z titanu a US 6156169 A také z titanu.

Dalšími alternativami je plastový koš potažený vrstvou kovu nebo plastový koš s použitím
 40 vodivých částí pro přivedení elektrického proudu k materiálu anody.

Dokument RO 105340 B1 popisuje anodový koš z metakrylátu s gumovou podložkou na dně koše a perforovanými stěnami určený pro elektrolyzu niklu. Proud je přiveden na niklový pásek v anodovém koši. Pásek je však sám během elektrolyzy spotřebováván a musí se vyměňovat.
 45 Může být použito na niklové anody i granulované anody, touto metodou mohou být spotřebovány beze zbytku.

Dokument CN 2597489 Y popisuje zařízení pro elektrolyzu stříbra, které se sestává z PVC rámu s otvory o průměru 12 mm, anodového sáčku z polyesterové tkaniny a vodivé anodové desky
 50 z titanového plechu, který je umístěn uvnitř sáčku.

Dokument US 5340456 A popisuje zařízení sestávající se z válcového tvarově poddajného anodového koše z elektricky nevodivého plastového materiálu (PE, PP, PVC), vodivé protikorozní tyče umístěné v anodovém koši a vodivé mřížky uložené v anodovém válcovém
 55 koši.

Dokument DE 7516858 U popisuje trubkový plastový anodový koš s kruhovým nebo mnohoúhelníkovým průřezem, závěsný držák z titanu, mědi nebo ze slitiny mědi a potažený titanem.

5

Dokument DE 7419564 U popisuje nevodivé segmenty bočních stran a spodní strany anodového koše a titanovou stojinu a titanové pásky.

10

Dokument DE 2336849 A1 popisuje, že titanový anodový koš lze nahradit levnějším, z plastu nebo z kovu potaženého plastem. Mluví se o výhodách toho, že proud není přiváděn přímo anodovým košem a tedy jsou menší proudové ztráty a rozložení proudu je rovnoměrnější. Je řešena zejména konstrukce přiváděče proudu, ten je tvořen měděnou trubicou vytvarovanou do pravoúhlého "U".

15

Nevýhodou titanového anodového koše je vyšší cena použitého titanového materiálu a také příliš velká aktivní plocha takto realizované anody.

20

Podle řešení užitných vzorů CN 204298494 U, CN 203498500 U mohou být anodové koše různě tvarované, nebo odstíněné, jak uvádějí řešení například v DE 7245624 U, DE 2260803 A1, DE 1920613 U, US 5744013 A, US 5776327 A, DE 202015006892 U1, CN 101855390 B, US 5938899 A, US 6569299 B1, US 8262873 B2. Tyto úpravy anodových košů slouží pro optimální rozložení proudového pole a tedy též deponované mědi.

25

Dokument CN 204298494 U popisuje titanový anodový koš, kde přední strana koše z titanového pletiva je zakřivená, vypouklá, zadní stěnu koše tvoří rovné titanové pletivo. V tomto případě se však nejedná o depozici na rotující katodový válec, ale na rovinnou katodu.

30

Užitný vzor CN 203498500 U prezentuje titanový anodový koš zakřivený do oblouku, do tvaru písmene "J". Tímto tvarováním dojde ke zvýšení vodivé plochy anody a tedy za stejné hodnoty proudu ke snížení proudové hustoty. Nejsou udány další detaily k anodovému materiálu, tvaru katody či uspořádání elektrolyzéry.

35

Nevýhodou těchto tvarovaných anodových košů podle CN 204298494 U a CN 203498500 U je především materiál, kterým je titan. Jeho nevýhodou je především vysoká cena. Navíc takto řešený anodový koš neumožňuje omezit celkovou aktivní plochu anody tvořené měděným granulátem, respektive součtem povrchů jednotlivých zrn granulátu, které jsou v aktivní části elektrolytické scény.

40

U řešení podle US 5628892 A je anoda tvarovaná tak, že kopíruje tvar katodového válce. Anoda je složená z jednotlivých pevných, ale navzájem pohyblivě spojených segmentů, lze ji tedy vytvarovat do oblouku. Anoda je však inertní, jednotlivé segmenty jsou vyrobeny z kovového materiálu potaženého kovem ze skupiny platinových kovů nebo jeho oxidem.

45

Nevýhodou tohoto řešení je, že anoda je inertní. Není určena pro přímou elektrolýzu sytkého anodového materiálu.

50

Řešení podle DE 7245624 U a DE 2260803 A1 představuje titanový anodový koš, který je v místech, kde je prostupování iontů nežádoucí, konstruován jako uzavřený.

55

Mřížková struktura stěny je v těchto místech opatřena nánosem plastu. Jedná se o vodivý, zejména titanový koš. Koš není nijak speciálně tvarovaný, elektrické pole tedy není optimálně rozloženo okolo katodového válce.

Dokument DE 1920613 U popisuje titanový anodový koš tvarovaný do tvaru "U" a perforovaný.

Dokument US 5744013 A představuje anodový koš s mřížkovými stěnami z titanu nebo podobného kovu, který je přepážkami rozdělen na jednotlivé segmenty. Přepážky jsou otočné, dispoziční lze tedy snadno měnit. Granulát lze podle potřeby umístit jen do některých přepážek koše nebo rozdělit v různém množství do jednotlivých přepážek koše.

Podle dokumentu US 5776327 A je anodový koš vybaven maskováním z nevodivých destiček. Ty jsou připevněny na rámu, jejich poloha lze podle potřeby měnit. Slouží k úpravě rozložení elektrického pole mezi anodou a katodou. Na obdobném principu nevodivých clon představených před anodový koš je založen též dokument DE 202015006892 U1.

V dokumentu CN 101855390 B je klíčovým bodem stínění samopasivačním kovem, řešení je uvedeno buď pro běžnou anodu, nebo pro anodový koš.

Dokument US 5938899 A představuje komplikovanější řešení anodového koše. Ten se skládá z vodivých i nevodivých materiálů. Proud je přiveden na elektricky vodivou mřížku. Anodový koš není speciálně tvarovaný do oblouku nebo podobně.

Dokument US 6569299 B1 popisuje kruhový anodový kalich, ve kterém je nasypán anodový materiál. Roztok prochází ještě přes membránu, která má za úkol zachytit větší částice materiálu. Anodový kalich i anodová membrána mají centrální otvor. Anodový kalich i katoda jsou uspořádány horizontálně.

Dokumenty US 8262873 B2 a US 20100206735 A1 popisují uspořádání anody, kde anodové těleso obsahuje rozpustný anodový materiál. Je provedeno stínění pokrývající alespoň část těla anody a obsahující samopasivující kov elektricky spojený s tělem anody a umožňující transport elektrolytu skrz něj. Toto stínění může tvořit jedna či více vrstev, přičemž minimálně jedna vrstva má otvory ne větší než 2 mm, nebo otvory alespoň jedné vrstvy jsou alespoň částečně zakryty kovem další vrstvy. Další variantou je stínící anodový koš. Samopasivační kov je titan apod. Nejedná se o plastový anodový koš.

Nevýhodou uvedených řešení DE 1920613 U, US 5744013 A, US 5776327 A, DE 202015006892 U1, CN 101855390 B, US 5938899 A, US 6569299 B1, US 8262873 B2 a US 20100206735 A1 je zejména to, že anodový koš je pravidelného tvaru, většinou kvádr. Není speciálně tvarován, není tedy optimálně řešeno rozložení elektrického pole pro depozici na rotující katodový válec. Jsou známá řešení elektrolyzérů s přidáním pomocných elektrod. Navíc takto řešený anodový koš neumožňuje omezit celkovou aktivní plochu anody tvořené měděným granulátem, respektive součtem povrchů jednotlivých zrn granulátu, které jsou v aktivní části elektrolytické scény.

Dokumenty US 20100116672 A1 a US 20140144781 A1 používají pomocné elektrody pro optimalizaci toku iontů. Patent US 6899803 B2 používá celou s pomocnou sekundární katodou. Na pomocné katodě se redukuje přebytečné množství oxidovaných látek, čímž se snižuje tvorba iontů kovu, který má být deponován.

V patentu US 7727364 B2 je pomocná elektroda ve formě prstence, který kopíruje kruhový tvar vany elektrolyzérů a je chráněn trubicí z membrány.

Protože zařízení, které je předmětem ochrany, je v jedné modifikaci uzpůsobené pro speciální výrobu měděných fólií pro střešní krytiny, je dále popsáno, jak se dosud vyráběly tašky, šindel či šablony s měděnou fólií.

Pro výrobu v současnosti běžné dostupné střešní krytiny, bitumenových šindelů s kovovou fólií na povrchu, je používána měděná fólie vyrobená válcováním. Proces výroby měděné fólie válcováním zahrnuje řadu procesů. Nejprve je to odlití do polotovarů. Na odlití do polotovarů je použit buď již čistý měděný materiál, nebo při použití měděného šrotu, jako v námi navrhovaném

řešení, musí být tento ještě během tavení metalurgickými postupy přečištěn. Po roztavení a odlití do polotovarů následuje proces válcování, který běžně zahrnuje tyto kroky: broušení polotovarů, zahřátí, válcování za tepla, ochlazení, broušení, válcování za studena, žihání, pasivaci a konečné válcování.

5

Výsledným produktem vyrobeným stávajícím způsobem na stávajících zařízeních je hladká měděná fólie, která při aplikaci může být u střešních krytin zahnuta i pod jejich okraj, většinou jen na pohledových exponovaných hranách. Zahnutý okraj je celistvý.

10

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody odstraňuje zařízení pro elektrolytickou výrobu měděných fólií podle předkládaného řešení. Zařízení obsahuje zásobník měděného materiálu, mlýn se separátorem, oplachovací blok a dopravník. Dále je součástí zařízení elektrolyzér s anodovým košem, elektrolytem a rotujícím katodovým válcem. Zařízení dále obsahuje zdroje galvanizačního proudu a prostředky pro oddělování pásu měděné fólie od rotujícího katodového válce. Podstatou řešení je, že měděný materiál umístěný v zásobníku je tvořen tříděným kabelovým či jiným měděným odpadem. Výstup zásobníku je propojen se vstupem mlýnu se separátorem, jehož výstup s měděným granulátem je propojen přes oplachovací blok a dopravník se vstupem alespoň jednoho anodového koše z izolantu, jehož náplň z měděného granulátu tvoří přímo rozpustnou anodu elektrolyzéra. Hlavní aktivní plocha každého z použitých anodových košů je orientována vertikálně a je tvarovaná podle tvaru rotujícího katodového válce. Na zadní straně anodového koše je ve směru od katodového válce vytvořen elektricky vodivý inertní plošný kontakt propojený se zdrojem galvanizačního proudu. Čelo anodových košů je perforované a je opatřeno první filtrační vrstvou z netkané textilie a k ní přiléhající sedimentační předkomorou, jejíž přední čelo je perforované s velice nízkým poměrem maskování a je potažené druhou filtrační vrstvou z netkané textilie. Ve spodní části rotujícího katodového válce je umístěna pomocná inertní anoda propojená spolu s rotujícím katodovým válcem na zdroj galvanizačního proudu. Na katodovém válci je umístěn pomocný válec pro odvin pásu měděné fólie přes oplachovací tunel na kladky propojené se zdrojem galvanizačního proudu. Anodový elektrický proud zdroje galvanizačního proudu má katodovou proudovou hustotou 0,1 až 20 A/dm².

V jednom možném provedení mohou být vstupy galvanizačních zdrojů proudu připojeny na výstup obnovitelného zdroje energie.

V dalším možném provedení, rozšiřujícím možnosti využití zařízení, je rotující katodový válec opatřen na svém povrchu v podélném a/nebo příčném směru maskováním z izolačního materiálu, které definuje výsledný tvar pásu měděné fólie, který je přes kladky veden na vstup oddělovacího bloku. Díky tomu je možné zařízení rozšířit a uzpůsobit ho pro výrobu flexibilních střešních či fasádních krytin. V tomto případě je výstup oddělovacího bloku, tvořený oddělenými částmi měděné fólie s kotvicími prvky ve formě zubů, zaústěn do vyztužovacího bloku pro výrobu šablony, kde je oddělená část opatřena plošnou výztuhou. Výstup tvořený sendvičem plošné výztuhy s oddělenou částí měděné fólie se zuby je zaústěn do lisu, jehož výstup tvoří sestava flexibilní střešní či fasádní krytiny.

Známa zařízení pracují typicky následujícím způsobem. Vstupní měděný materiál je rozpuštěn do podoby roztoku – elektrolytu. Elektrolyt je následně podle potřeby filtrován a to zejména v případě, že vstupní materiál obsahuje nečistoty. Z elektrolytu je potom měď deponována do podoby fólie, typicky na rotujícím katodovém válci. Je použita inertní anoda, která může být tvarována tak, že kopíruje tvar rotujícího katodového válce.

V navrhovaném řešení nemusí být vstupní měděný materiál nejprve rozpuštěn v roztoku, ale přímo tvoří anodu v elektrolytickém systému. Materiál je nasypán do anodového koše a ve výhodném provedení může být automaticky kontinuálně doplňován. Anodové koše tvarem a

uspořádáním kopírují tvar katodového válce.

Ze známých řešení anodových košů, používaných k různým elektrolytickým procesům, nebylo nalezeno obdobné řešení, tedy plastový anodový koš s obloukovým tvarem ponořené části koše, se stíněním, perforací, geometricky rozloženou podle konkrétních potřeb konkrétního procesu depozice, s přívodem elektrického proudu na vodivou desku na zadní stěně koše, s předkomorou anodového koše pro dokonalejší přečištění od kalů.

Výhodou navrhovaného řešení anodových košů je tedy levnější a snadno zpracovatelný materiál. Dále je výhodou, že proud není přiváděn přímo titanovým anodovým košem, ale na vodivý inertní plošný kontakt na zadní straně koše. K hlavnímu rozpouštění měděného granulátu dochází na přední straně anodového koše a sypaný tvar anody se tak jeví vůči elektrochemickému systému jako homogenní objekt. Uspořádání umožňuje efektivní rozpouštění zrn měděného granulátu, a to bez vzniku pasivace jejich povrchu vlivem příliš velkého povrchu anody či vzniku větších množství kalů.

Fólie je ve známém řešení i v navrhovaném řešení mechanicky zahnutá dle plošné výztuhy šablony. Rozdíl je v provedení okraje fólie pro zahnutí dle plošné výztuhy šablony, kde v navrhovaném řešení je tento okraj proveden jako tvarovaný, kde dle plošné výztuhy šablony jsou zahnuty zuby na okrajích. Tím dochází k úspoře materiálu a lepšímu přizpůsobení podkladovému materiálu, okraj nemá tendenci se zvlnit, zcela zásadně se zvyšují i aplikační možnosti takto vyrobených šablon, snadný střih, tvarování a podobně. Oproti známému stavu techniky pro výrobu měděných fólií pro střešní krytiny, je výhodou navrhovaného řešení, že zcela vynechává zejména energeticky náročný krok tavení vstupního materiálu i další četné kroky mechanického zpracování. Měděný šrot je očištěn, postupně plněn do anodových košů a v jednom kroku deponován rovnou do podoby měděné fólie.

Doposud známá řešení nenabízejí přímou recyklaci, přepracování, měděného odpadu do podoby produktu tak, jak to umožňuje předkládané zařízení, kde šrot je doplňován do anodových košů a zároveň deponován v podobě kovové fólie za použití kyselého elektrolytu.

Hlavní výhodou předkládaného řešení oproti současnému stavu je přímá recyklace měděného šrotu do podoby měděné fólie, kde šrot tvoří přímo rozpustnou anodu elektrolytického systému a může být kontinuálně doplňován. Odpadají další mezikroky jako zejména tavení, typické pro běžně používané metody nebo elektrolytické přepracování do podoby katody, jak je prezentováno v některých citovaných patentech. Výhoda oproti podobnému obdobnému postupu například v přihlášce vynálezu CN 112921356 A je, že recyklovaný materiál nemusí být rozemlet do podoby prášku, materiál je přímo sám rozpustnou anodou. Přihláška vynálezu CN 109137001 A navrhuje nejprve úplné rozpuštění recyklovaného materiálu a následně prezentuje zejména systém pro filtraci takto získaného roztoku, který je poměrně komplikovaný. Obdobné řešení je též předmětem přihlášek vynálezů JP H0428895 A a JP 2014132106 A. V žádném z těchto řešení netvoří vstupní kovový šrot přímo rozpustnou anodu, která je plněna a ve výhodném řešení kontinuálně doplňována do anodových košů.

Navrhované anodové koše jsou vyrobeny z relativně levného materiálu, polypropylenu, což navrhovaný systém značně zlevňuje a zjednodušuje jeho výrobu oproti nejčastěji používanému koši titanovému. Proud je přiváděn na vodivý inertní plošný kontakt, například na titanovou destičku umístěnou zevnitř na zadní stěně koše, která je v kontaktu s měděným anodovým materiálem nasýpaným v koši. Toto uspořádání též efektivně zabraňuje pasivaci anodového materiálu. Tvar a uspořádání anodových košů kopíruje válcový tvar katodového válce, což optimalizuje rozložení proudu. Rozložení proudu, a tím i depozice mědi, tedy výsledné rozložení tloušťky deponované fólie, může být regulováno změnou rozložení perforace přední strany plastového koše.

Výhodou je tedy především celkové uspořádání elektrolytické scény. Anodový materiál je přímo

rozpouštěn a deponován do podoby fólie, anodové koše mají tvar kopírující tvar katodového válce, je použita pomocná inertní anoda a případně též tvarované maskování na okrajích katodového válce. Anodový koš je plastový, má přizpůsobený tvar, perforovanou přední stěnu vyloženou z vnitřní strany netkanou textilií, na vnitřní straně zadní stěny koše je titanová anodová destička, na kterou je přiveden elektrický proud. Koš je též opatřen předkomorou.

Objasnění výkresů

Předkládané řešení bude dále popsáno pomocí výkresů, ve kterých na:

obr. 1 je uvedeno blokové schéma celého zařízení, kde sestava anodový koš, katodový válec a nádoba s elektrolytem jsou znázorněny v příčném řezu;

obr. 2 je detail anodového koše, opět v příčném řezu; a

obr. 3A a 3B jsou příklady maskování katodového válce.

Příklady uskutečnění vynálezu

Zařízení pro elektrolytickou výrobu měděných fólií podle předkládaného řešení bude dále popsáno podle schématu na obr. 1. Zařízení obsahuje zásobník 1 měděného materiálu propojený přes mlýn 2 se separátorem, oplachovací blok 4 a dopravník 5 se vstupem minimálně jednoho anodového koše 6 elektrolyzám, jehož součástí je elektrolyt 10 a rotující katodový válec 7. Měděný materiál umístěný v zásobníku 1 je tvořen tříděným kabelovým či jiným měděným odpadem. Hlavní aktivní plocha anodových košů 6 je orientována vertikálně a je tvarovaná do tvaru oblouku katodového válce 7. Anodový koš 6 je minimálně jeden. Pokud je použit jeden anodový koš 6, je vytvarován do tvaru U kolem bubnu katodového válce 7. V uvedeném příkladu podle obr. 1 jsou zobrazeny dva anodové koše 6. Anodový koš 6, jehož detail je na obr. 2, je z izolantu a jeho náplň z granulátu 3 tvoří přímo rozpustnou anodu elektrolyzám. Na zadní straně anodového koše 6 ve směru od katodového válce je elektricky vodivý inertní plošný kontakt 9, který je propojený se zdrojem 8 galvanizačního proudu. Čelo 15 anodových košů 6 je perforované a je opatřeno první filtrační vrstvou 16 z netkané textilie a k ní přiléhající sedimentační předkomorou 17, jejíž přední čelo 19 je perforované s velice nízkým poměrem maskování a je potažené druhou filtrační vrstvou 18 z netkané textilie. Ve spodní části rotujícího katodového válce 7 je umístěna pomocná inertní anoda 20 propojená spolu s rotujícím katodovým válcem 7 se zdrojem 8 galvanizačního proudu. Na katodovém válci 7 je umístěn pomocný válec 12 pro odvin pásu 11 měděné fólie přes oplachovací tunel 14 na kladky 13 propojené se zdrojem 8 galvanizačního proudu. Anodový elektrický proud zdroje 8 galvanizačního proudu má katodovou proudovou hustotou 0,1 až 20 A/dm². Vstupy galvanizačních zdrojů 8 proudu mohou být připojeny na výstup obnovitelného zdroje 29 energie.

Tříděný kabelový či jiný čistý měděný odpad umístěný v zásobníku 1 je rozemlet v mlýnu 2 se separátorem nekovových částic na měděný granulát 3 o rozměrech 0,01 až 10 mm. Granulát 3 je po oplachu od klouzku či jiných nečistot v oplachovacím bloku 4 postupně dávkován přímo šnekovým dopravníkem 5 do anodových košů vyrobených z izolantu, například z polypropylenu.

Měděný granulát 3 přímo tvoří rozpustnou anodu elektrolytického systému. Anodové koše 6 jsou tvarované podle tvaru rotujícího katodového válce 7, napojeného na zdroj 8 galvanizačního proudu, jehož anodový elektrický proud má katodovou proudovou hustotou 0,1 až 20 A/dm². Anodový proud je přiveden na elektricky vodivý inertní, například titanový či olověný, plošný kontakt 9 umístěný na zadní straně anodového koše 6 nebo anodových košů 6, která je v přímém kontaktu s nasýpaným měděným granulátem 3. Elektrický proud prochází postupně měděným granulátem 3, díky čemuž roste potenciálový spád mezi plošným kontaktem 9, zrný měděného

- granulátu 3 a katodovým válcem 7 v prostředí elektrolytu 10. Anodový materiál je postupně rozpouštěn a deponován na rotující katodový válec 7, zde z nerez oceli. Katodový válec 7 je pouze částečně zanořen do elektrolytu 10 a nad hladinou lázně je pak pás 11 měděné fólie od katodového válce 7 kontinuálně odtrháván. Díky navrženému uspořádání dochází k hlavnímu rozpouštění měděného granulátu 3 na přední straně anodového koše 6 a sypaný materiál anody se tak jeví vůči elektrochemickému systému jako homogenní objekt. Toto uspořádání a materiálové složení anodových košů 6 umožňuje úplnou přímou elektrochemickou recyklaci, přepracování, měděného granulátu 3 na pás 11 měděné fólie o tloušťce 0,01 až 10 mm. Tento měděný pás 11 je kontinuálně oddělován od rotujícího katodového válce 7 přes pomocný válec 12 a kladky 13, které vytahují pás 11 měděné fólie z prostoru elektrolyzéry přes oplachový tunel 14, kde je pás periodicky ostříkovan demineralizovanou vodou, která oplachuje zbytky elektrolytu 10 zpět do pracovního prostoru a zároveň se tak doplňuje odpařená voda z elektrolytu. Zároveň kladky 13 slouží jako sběrač pro průchozí elektrický proud z katodového válce 7 do galvanizačního zdroje 8. Procházející elektrický proud navíc ohřívá pás 11 měděné fólie mezi elektrolytem 10 a kladkami 13, čímž je vytahovaný pás 11 měděné fólie sušen, a to bez dalších nároků na energii, přičemž k osušování přispívá i komínový efekt či doplňkové sušící vzduchové trysky v oplachovacím tunelu 14. Toto uspořádání v podstatě zamezuje vzniku provozních odpadů, vznikajících při oplachu, neboť oplachová demineralizovaná voda i se zbytky oplachovaného elektrolytu stéká zpět do prostoru elektrolyzéry. Uspořádání anodových košů 6 umožňuje efektivní rozpouštění zrn měděného granulátu 3, a to bez vzniku pasivace jejich povrchu či vzniku vyšších množství kalů vlivem příliš velkého povrchu anody. Tohoto efektu je docíleno využitím maskování, respektive perforování čela 15 anodových košů 6, které snižuje relativní plochu celé anody, tvořené při tomto uspořádání pouze otvory v perforované ploše čela anodových košů 6 a v nich takto elektrochemicky zpřístupněných zrn měděného granulátu 3. Tímto řešením je nastavována celková plocha anody vůči funkční ploše katodového válce 7. Velikostí, počtem, geometrií a distribucí otvorů na čele 15 anodových košů 6 tak lze nastavit potřebné elektrochemické uspořádání celého systému pro správný poměr ploch anoda/katoda v poměru 3:1 až 1:1 a také rozložení anodového proudového pole v elektrolyzéry, respektive v prostoru elektrolytu 10. Aby se do elektrolytu 10 nedostával kal vznikající při rozpouštění zrn měděného granulátu 3, je perforované čelo 15 anodového koše 6 opatřeno plošnou první filtrační vrstvou 16 z netkané textilie, například polypropylen. Při periodickém doplňování měděného granulátu 3 do anodových košů 6 vzniká tlak na předchozí obsah anodového koše 6, tedy na již dříve umístěný granulát 3, a tento tlak může způsobit vytlačení kalu, zadržovaného v první filtrační vrstvě 16. Z tohoto důvodu obsahuje anodový koš 6 ještě sedimentační předkomoru 17 s druhou filtrační vrstvou 18 z netkané, například polypropylenové, textilie. Přední čelo 19 sedimentační předkomory 17 je opět perforované, avšak s velice nízkým poměrem maskování a tedy jen minimální plocha čela 19 sedimentační předkomory 17 anodového koše 6 je neprůchozí. Aby mohl být zpracováván měděný granulát 3 s různou zrnitostí, je vhodné nastavit perforaci čela 15 anodového koše 6 na rozhraní měděného granulátu 3 – první filtrační vrstva 16 – čelo 15 s přebytkem nemaskované plochy tak, aby byla celková efektivní plocha anody vůči ploše katody v poměru 2,5 : 1. To povede zejména při zpracovávání jemnozrnného měděného granulátu 3 k nárůstu relativní plochy anody nad osvědčený poměr anoda/katoda a v elektrolytu 10 se bude zvyšovat koncentrace iontů mědi. Aby bylo možné koncentraci stabilizovat, tedy tyto přebytečné ionty zpracovat, je systém opatřen pomocnou nerozpustnou, inertní, anodou 20, například z titanu, která je s výhodou umístěna ve spodní části rotujícího katodového válce 7, mezi anodovými koši 6. Poměrem nastavení galvanizačních proudů mezi anodovými koši 6 a pomocnou anodu 20 lze celý systém stabilizovat na požadovanou produktivitu a udržet koncentraci měděných iontů v elektrolytu 10 na požadované úrovni.
- Elektrochemicky usazovaná měď na ne zcela zanořeném horizontálně uloženém katodovém válci 7 je postupně oddělována a vzniká tak nekonečný pás 11 měděné fólie, který je postupně vytahován z elektrolyzéry kladkami 13, přičemž přes tento pás 11 měděné fólie a kladky 13 je zároveň připojen katodový válec 7 k proudovým galvanizačním zdrojům 8.
- Ve výhodném provedení je buben pomalu rotujícího katodového válce 7 opatřen maskováním 21

z izolantu, například z polypropylenu, které na elektricky vodivém povrchu katodového válce 7 definuje výsledný tvar pásu 11 měděné fólie. Příklady maskování jsou uvedeny na obr. 3A a 3B. Maskování 21 je realizované v podélném a případně i příčném směru a umožňuje tak nastavit geometrii tvarů, podélné maskování, či výrobní délku části 22 měděné fólie, příčné maskování, pro kontinuálně vyráběný pás 11 měděné fólie. Jednotlivé části 22 požadované výrobní délky jsou následně z pásu 11 měděné fólie oddělovány v oddělovacím bloku 23 bezodpadově, a to rovným či tvarovaným stříhem. Takto vyrobená měděná fólie je využita například při výrobě střešních nebo fasádních krytin. Jednotlivé části 22 pásu 11 měděné fólie jsou ve vyztužovacím bloku 24 následně opatřeny nalisováním, natavením, vstříknutím a podobně plošnou výztuhou 25 z recyklovaných plastů, polymerních folií, asfaltových pásů či jiných vhodných materiálů. V dalším kroku je motiv zubů 26, realizovaný díky maskování 21, zahnut postupovým nástrojem v lisu 27 přes hrany plošné výztuhy 25, čímž je zajištěno spolehlivé mechanické dlouhodobé zajištění soudržnosti sestavy 28 plošná výztuha 25 – část 22 pásu 11 měděné fólie. Takto dojde ještě k vyššímu stupni zakotvení. Takto realizovaná sestava 28 představuje šablonu střešní krytiny, která díky použitým kotvicím zubům 26 umožňuje snadné tvarování při její aplikaci, snadný stříh při požadavku na zkrácení či tvarování šablony střešní krytiny. Zuby 26 na okrajích mohou být vyhotoveny do různých variant tvarů, přičemž příkladem je tvar trojúhelníku, lichoběžníku, půlkruhu, obdélníku či čtverců s různou roztečí.

Následně je takto připravený výrobek, sestava 28, expedován a určen k použití.

Pro ohřev elektrolytu a pro napájení galvanizačních zdrojů 8 proudu, může být s výhodou využita energie z obnovitelných zdrojů 29. Celý systém je nastaven tak, aby mohl kolísat dodávaný elektrický výkon a systém mohl pracovat v širokém dynamickém rozsahu vylučovacích rychlostí mědi na rotujícím katodovém válci 7, v závislosti na výkonu obnovitelných zdrojů 29, a tím i množství galvanizačního proudu přiváděného na anodové koše 6. Vhodně dimenzovaný systém tak dokáže zpracovávat i špičkové přebytky elektrické energie v rozvodné síti.

30 Průmyslová využitelnost

Řešení může být využito zejména výrobcí měděných folií nebo zpracovateli měděného šrotu, v provozech, kde vzniká v procesu výroby měděný odpad. Příkladem konečného použití měděné fólie je využití jako součást – vrchní vrstva – střešních krytin.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro elektrolytickou výrobu měděných fólií, které obsahuje zásobník (1) měděného materiálu, mlýn (2) se separátorem, oplachovací blok (4), dopravník (5) a elektrolyzér jehož součástí je anodový koš (6), elektrolyt (10) a rotující katodový válec (7); a které dále obsahuje zdroj (8) galvanizačního proudu a prostředky pro oddělování pásu (11) měděné fólie od rotujícího katodového válce (7), **vyznačující se tím**, že měděný materiál umístěný v zásobníku (1) je tvořen tříděným kabelovým či jiným měděným odpadem, kde výstup zásobníku (1) je propojen se vstupem mlýnu (2) se separátorem, jehož výstup s měděným granulátem (3) je propojen přes oplachovací blok (4) a dopravník (5) se vstupem alespoň jednoho anodového koše (6) z izolantu, jehož náplň z měděného granulátu (3) tvoří přímo rozpustnou anodu elektrolyzéru, kde hlavní aktivní plocha každého z použitých anodových košů (6) je orientována vertikálně a je tvarovaná podle tvaru rotujícího katodového válce (7) a je na zadní straně ve směru od katodového válce (7) opatřena elektricky vodivým inertním plošným kontaktem (9) propojeným se zdrojem (8) galvanizačního proudu a čelo (15) anodových košů (6) je perforované a je opatřeno první filtrační vrstvou (16) z netkané textilie a k ní přiléhající sedimentační předkomorou (17), jejíž přední čelo (19) je perforované s velice nízkým poměrem maskování a je potažené druhou filtrační vrstvou (18) z netkané textilie, a kde ve spodní části rotujícího katodového válce (7) je umístěna pomocná inertní anoda (20) propojená spolu s rotujícím katodovým válcem (7) na zdroj (8) galvanizačního proudu, přičemž na katodovém válci (7) je umístěn pomocný válec (12) pro odvin pásu (11) měděné fólie přes oplachovací tunel (14) na kladky (13) propojené se zdrojem (8) galvanizačního proudu, přičemž anodový elektrický proud zdroje (8) galvanizačního proudu má katodovou proudovou hustotou 0,1 až 20 A/dm².

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vstupy galvanizačních zdrojů (8) proudu jsou připojeny na výstup obnovitelného zdroje energie (29).

3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že rotující katodový válec (7) je opatřen na svém povrchu v podélném a/nebo příčném směru maskováním (21) z izolačního materiálu, které definuje výsledný tvar pásu (11) měděné fólie, který je přes kladky (13) veden na vstup oddělovacího bloku (23).

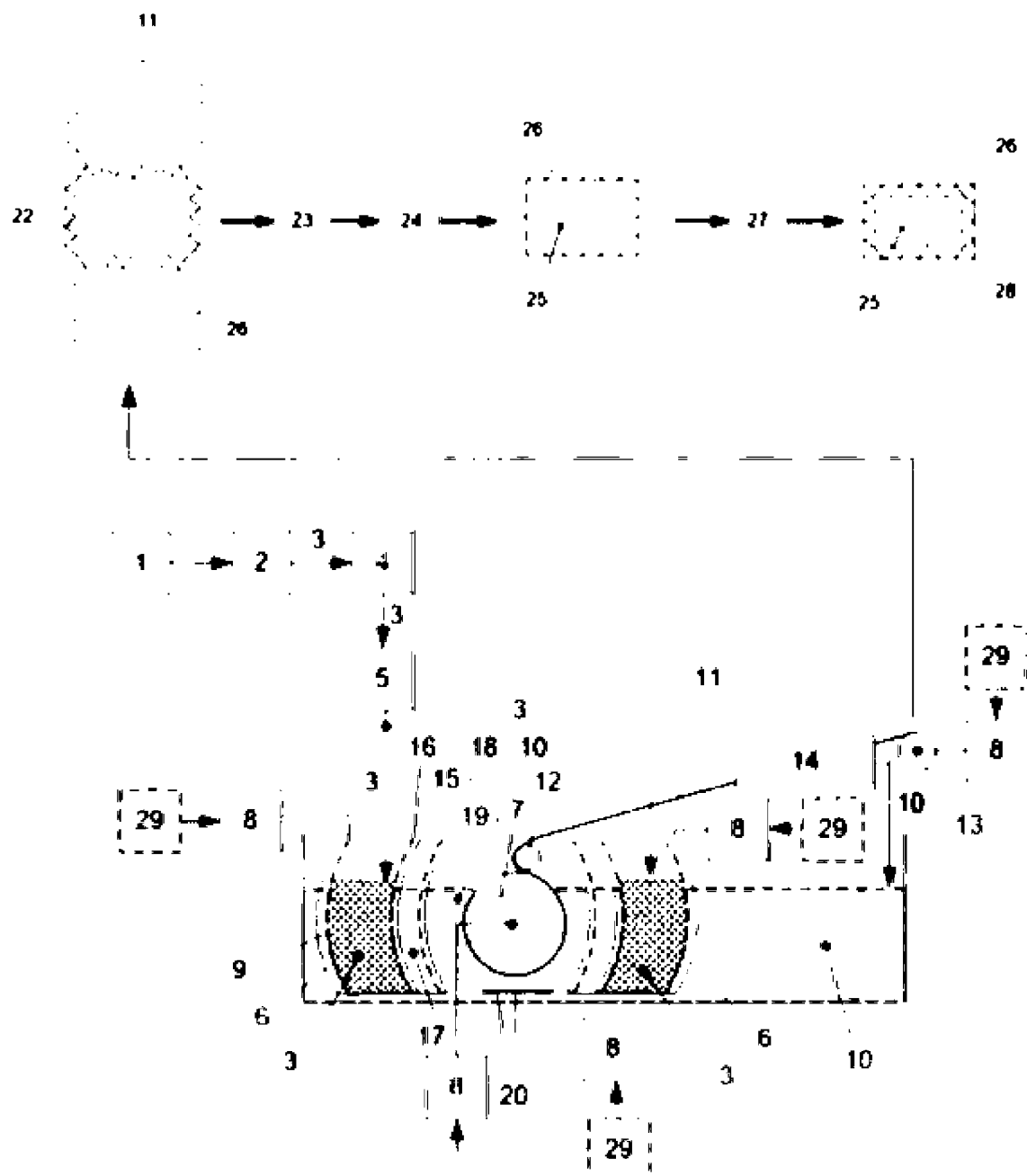
4. Zařízení podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že výstup oddělovacího bloku (23) je zaústěn do vyztužovacího bloku (24), jehož výstup je zaústěn do lisu (27).

2 výkresy

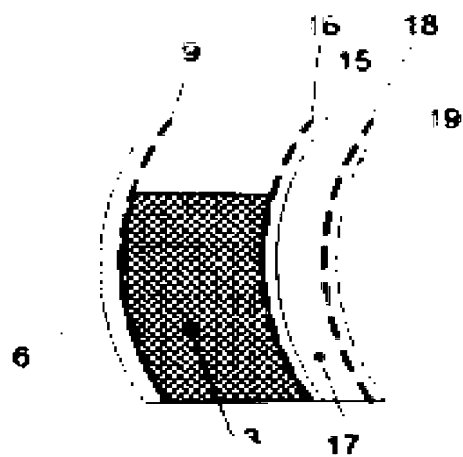
Seznam vztahových značek:

- 1 zásobník
- 2 mlýn se separátorem
- 3 měděný granulát
- 4 oplachovací blok
- 5 šnekový dopravník
- 6 anodový koš
- 7 katodový válec
- 8 zdroj galvanizačního proudu
- 9 plošný kontakt
- 10 elektrolyt
- 11 měděný pás
- 12 pomocný válec
- 13 kladka
- 14 oplachovací tunel
- 15 čelo anodového koše

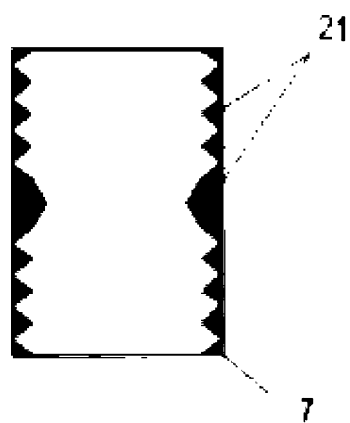
- 16 první filtrační vrstva
- 17 sedimentační předkomora
- 18 druhá filtrační vrstva
- 19 čelo sedimentační předkomory
- 20 pomocná inertní anoda
- 21 maskování
- 22 část pásu měděné fólie
- 23 oddělovací blok
- 24 vyztužovací blok
- 25 plošná výztuha
- 26 zub
- 27 lis
- 28 sestava
- 29 obnovitelný zdroj energie



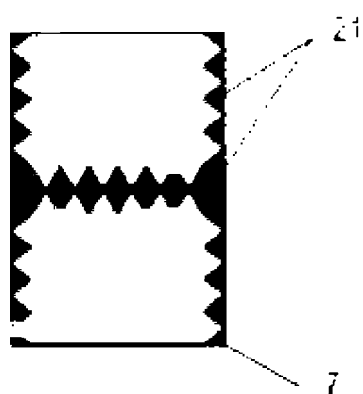
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3A



Obr. 3B