



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 84627

(13) C2

(51) МПК (2006)

C25F 1/00

C25F 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ТРАВЛЕННЯ МЕТАЛІВ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

(21) а200701263  
(22) 11.07.2005  
(24) 10.11.2008  
(86) РСТ/ЕР2005/007480, 11.07.2005  
(31) А 1218/2004  
(32) 19.07.2004  
(33) АТ  
(46) 10.11.2008, Бюл.№ 21, 2008 р.  
(72) СТЕПАН АНДРЕАС, ХОРН ХУАНИТО  
(73) СІМЕНЗ ВАІ МЕТАЛЗ ТЕКНОЛОДЖІС ГМБХ  
ЕНД КО  
(56) US 4121979 А, 24.10.1978  
WO 03052165 А1, 26.06.2003  
DE 10219688 А1, 20.11.2003  
US 20020029977 А1, 14.03.2002  
GB 2140036 А, 21.11.1984  
US 4363709 А, 14.12.1982  
AT 406385 В, 25.04.2000  
JP 2002173799 А, 21.06.2002  
DE 19948184 А1, 03.05.2001  
(57) 1. Спосіб електролітичного травлення плоскої металевої продукції 2, зокрема штаб із спеціальної сталі та/або вуглецевої сталі, який відрізняється тим, що використовують принаймні одну пару протилежних електродів, що являє собою принаймні один алмазний електрод та/або принаймні один свинцево-олов'яний електрод 15, причому струм подають, з одного боку, прямо на плоский продукт 2 і, з другого боку, на пару електродів, причому алмазний та/або свинцево-олов'яний електрод 15 пари електродів підключають як анод, а другий електрод 15 - як катод, і плоский продукт 2 подають між електродами 15 пари електродів.  
2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що свинцево-олов'яний електрод являє собою електрод 15 із сплаву свинець-93/олово-7.  
3. Спосіб за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що струм подають переривчасто.  
4. Спосіб за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що струм подають постійно.  
5. Спосіб за будь-яким із пунктів 1-4, який відрізняється тим, що постійний струм на плоский продукт 2, що має бути травлений, й електроди 15 подають поперемінно при електролітичному травленні із зворотними імпульсами.  
6. Спосіб за будь-яким із пунктів 1-5, який відрізняється тим, що для електролітичного травлення

2

використовують суміш мінеральних кислот і води із концентрацією мінеральної кислоти 10-250 г/л, зокрема 50-200 г/л, переважно 150 г/л.

7. Спосіб за будь-яким із пунктів 1-6, який відрізняється тим, що для електролітичного травлення використовують суміш води й сульфату натрію  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , причому концентрацію  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  задають 100-350 г/л, переважно 150 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  на літр, залежно від плоского продукту, що має бути травлений.

8. Спосіб за будь-яким із пунктів 1-7, який відрізняється тим, що для електролітичного травлення використовують змішану кислоту, причому концентрацію задають дорівнюваною 20-100 г HF на літр і 50-300 г  $\text{HNO}_3$  на літр, переважно 50 г HF на літр і 150 г  $\text{HNO}_3$  на літр, залежно від плоского продукту 2, що має бути травлений.

9. Спосіб за будь-яким із пунктів 1-8, який відрізняється тим, що густини струму на електродах задають дорівнюваними 0,5-150  $\text{A}/\text{дм}^2$  залежно від плоского продукту 2, що має бути травлений.

10. Спосіб за будь-яким із пунктів 1-9, який відрізняється тим, що температуру електроліту задають дорівнюваною 20-90 °С, переважно 75 °С, залежно від плоского продукту 2, що має бути травлений.

11. Спосіб за будь-яким із пунктів 1-10, який відрізняється тим, що електричну напругу змінно регулюють.

12. Спосіб за будь-яким із пунктів 1-11, який відрізняється тим, що відстань між плоским продуктом й електродом регулюють відповідно до кількості рідини електроліту, що подають плоским продуктом 2 й електродом 15.

13. Спосіб за будь-яким із пунктів 1-12, який відрізняється тим, що відстань між електродами 15 пари електродів або між електродами 15 та плоским продуктом 2 регулюють відповідно до хвилястості плоского продукту.

14. Пристрій для здійснення способу за будь-яким із пунктів 1-13 електролітичного травлення плоских металевих продуктів 2, зокрема штаб із спеціальної сталі та/або вуглецевої сталі, який відрізняється тим, що передбачена принаймні одна пара протилежних електродів 15, між якими може подаватися плоский продукт 2, причому пара електродів являє собою принаймні один алмазний

(13) C2

(11) 84627

(19) UA

електрод та/або принаймні один свинцево-олов'яний електрод 15, причому передбачений пристрій 19 для подачі струму, з одного боку, прямо на плоский продукт 2 і, з другого боку, на електрод 15 таким чином, що один електрод пари електродів підключений як катод, а другий електрод, що являє собою принаймні один алмазний електрод та/або принаймні один свинцево-олов'яний електрод, - як анод.

15. Пристрій за п. 14, який **відрізняється** тим, що свинцево-олов'яний електрод являє собою електрод 15 із сплаву свинець-93/олово-7.

16. Пристрій за п. 14 або 15, який **відрізняється** тим, що плоский продукт виконаний з можливістю підключення як анода.

17. Пристрій за п. 16, який **відрізняється** тим, що передбачені направляючі пристрої 14, 14', за допомогою яких штабу 2 можна направляти під кутом до горизонталі, і що електроди 15 встановлені під тим самим кутом, і що передбачені пристрої 21, 21', 21'', 21''', 22, 22', 22'', 22''', за допомогою яких між штабою 2 й електродами 15 можна вводити рідину електроліту.

18. Пристрій за п. 17, який **відрізняється** тим, що штаба може подаватися похилою униз під певним

кутом, зокрема під кутом 30-45°, а потім, після принаймні одного відвідного ролика 14', похило вгору під певним кутом, зокрема під кутом 30-45°.

19. Пристрій за будь-яким із пунктів 14-18, який **відрізняється** тим, що положення принаймні одного електрода 15 пари електродів і відвідного ролика 14' можна регулювати перпендикулярно до напрямку руху плоского продукту.

20. Пристрій за будь-яким із пунктів 14-19, який **відрізняється** тим, що проміжок між електродами пари електродів регулюється.

21. Пристрій за будь-яким із пунктів 14-20, який **відрізняється** тим, що передбачений керуючий пристрій для регулювання кількості подачі рідини електроліту.

22. Пристрій за будь-яким із пунктів 14-21, який **відрізняється** тим, що принаймні на одному електроді встановлений принаймні один роздільний елемент.

23. Пристрій за будь-яким із пунктів 14-22, який **відрізняється** тим, що передбачений керуючий пристрій для керування потоком струму до електродів 15.

Винахід відноситься до способу та пристрою електролітичного травлення плоскої металевої продукції, зокрема, штаб із спеціальної та (або) вуглецевої сталі. Термін „плоска металева продукція” відноситься, головним чином, до металевих штаб і листів. Втім винахід може застосовуватися й до довгої металевої продукції (наприклад, до дротів, профілів, труб) або до поверхонь металів взагалі.

Для того щоб одержати якісний рівень чистоти у випадку холоднокатаних штаб, стійких до іржі та кислот, їх поверхня повинна пройти подальшу обробку для видалення прилиплих шарів оксидів або окалини, утвореної під час попередньої термічної обробки. Видалення окалини ще й досі здійснюється механічним шляхом на стадії підготовки виробництва за допомогою вихрових або піскоструминних апаратів. Будь-яку окалину, що залишається, наприклад, окалину при відпалі, спричинену проміжним або остаточним відпалом у подальшому ході виробництва, розчиняють і відділяють хімічним процесом (травленням), пропускаючи покриті окалиною штаби через кілька кислотних ванн. Реактив для травлення (далі за текстом „травильний розчин” або „електролітична рідина” або „електроліт”), використовуваний для спеціальної сталі, зазвичай представляє собою попередньо нагріту кислотну суміш (далі за текстом „змішана кислота”) розведеної водою азотної кислоти і фтористоводневої кислоти. Температури, що переважають у травильних ваннах, безперервно протягом процесу травлення спричиняють дуже неприємні, а також такі, що забруднюють довкілля, реакції аніону  $\text{NO}_3$  з утворенням  $\text{NOX}$ .

Вже відоме травлення холоднокатаних штаб із спеціальної сталі з використанням так званого

методу „нейтрального електроліту”. У цьому методі до штаби непрямо прикладають електричну напругу. „Непрямо” означає, що між струмопідвідними роликками й штабою точок контакту немає. Ще однією особливістю цього способу є те, що аноди й катоди повністю покривають електролітом і встановлюють горизонтально, тобто електролізери заповнюють горизонтально.

У документі АТ 406385В описується спосіб електролітичного травлення, причому як варіант цього способу описується вертикально подавана штаба. У цьому випадку електроди встановлюють вертикально. У цьому випадку до штаби непрямо прикладають електричну напругу. Електролітичну рідину ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) подають у проміжок між анодом і штабою. Перевага цього способу електролітичного травлення полягає у тому, що не відбувається утворення  $\text{NOX}$ , оскільки не використовують азотну кислоту. Недолік цього способу обумовлений вузькою сферою застосування. Цей спосіб разом із цим пристроєм використовують виключно при травленні холоднокатаної спеціальної сталі.

У довіднику „Травлення металів”, автор д-р Рафаель Рітупер [опублікованому видавництвом „Eugen G. Leuze Verlag”], описані способи, що відносяться виключно для електролітичного травлення металевих поверхонь. У цьому довіднику постійно згадується утворення кисню безпосередньо на аноді, що уможливорює травлення.

У документі DE 3937438 А1 описується можливий шлях травлення металевих поверхонь через сполучення солей  $\text{Fe}^{3+}$  та (або) газоподібних або рідких носіїв кисню, наприклад,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , повітря та додаткового кисню, що одержують при анодному окисленні. У цьому випадку густина струму для електролізу дорівнює

0,5-1,0А/дм<sup>2</sup>.

Крім того, у документі АТ 373922 В описується спосіб електролітичної гальванізації штаби. У цьому способі використовують вертикальне розміщення електродів. Електролітичну рідину подають у проміжок між анодом і штабою. Електричну напругу прикладають прямо до штаби-катода виконують у вигляді струмопідвідних роликів.

У патенті США US 4 363 709 також описується травлення штаби із спеціальної сталі із використанням вищих густин струму. Згадуються густини струму 40-60А/дм<sup>2</sup> без зазначення, однак, пристрою, спроможного забезпечити це у розумному діапазоні (<40 вольт) у повномасштабній установці.

Крім того, у документі GB 2140036 описується пристрій для електролітичного травлення з вертикальною подачею штаби, непрямою подачею струму й потоком електроліту під дією сили тяжіння у проміжок між штабою й електродом. У цьому випадку електричний струм мусить покривати великі відстані в штабі, і при цьому ризик полягає у тому, що він відводиться на одному з направляючих роликів і потім вже не буде наявним для процесу травлення.

В основу винаходу поставлена задача покращення існуючих способів електролітичного травлення й відповідних пристроїв для їх здійснення таким чином, щоб можна було скоротити час травлення.

Поставлена задача вирішується способом за п.1 та пристроєм за п.15 формули винаходу. При цьому використовують принаймні один алмазний електрод та (або) принаймні один свинцево-олов'яний електрод, наприклад, електрод свинець-93/олово-7. Особливою характеристикою алмазних і свинцево-олов'яних електродів є форма витиснення водою. На той час як вода електролізу зазвичай розщеплюється на водень і кисень, алмазний електрод та (або) свинцево-олов'яний електрод забезпечують робочий діапазон, у якому замість кисню утворюються озон або радикали гідроксилів з високою реакційною здатністю. Один із важливих результатів цього винаходу є те, що час травлення значно скорочується порівняно до відомого хімічного видалення окалини, а також порівняно до відомого електролітичного травлення. Причиною цьому є утворення вискоєфективних радикалів ОН, кисень *in statu nascendi* (в момент виділення - лат.) та одночасна хімічна ерозія або розчинення оксиду на поверхні металу. Завдяки використанню синтетично виготовлених алмазних та (або) свинцево-олов'яних електродів, у цьому випадку при електролізі травильного розчину замість кисню можуть утворюватися вискоєфективні радикали ОН. Вони окислюють усі розчинені речовини, що містяться у травильному розчині. Крім того, алмазний та (або) свинцево-олов'яний електрод має високий рівень стійкості до агресивних травильних розчинів.

В одному можливому варіанті здійснення винаходу електричний струм подають, з одного боку, прямо на плоский продукт (наприклад, через струмопідвідні ролики або струмопідвідні щітки) і, з другого боку, на пару електродів. Плоский продукт й один електрод можна з'єднувати як анод, а дру-

гий електрод використовувати як катод. Подача електричного струму прямо до аноду (до плоского продукту), з одного боку, спричиняє утворення кисню *in statu nascendi*, на той час як використання алмазного електроду та (або) свинцево-олов'яного електроду як анод спричиняє утворення радикалів ОН, що уможливають травлення поверхонь металу.

Отже, утворення кисню на аноді (сталевій штабі або сталевому листі) та (або) утворення радикалів ОН на аноді (електроді) замінюють азотну кислоту HNO<sub>3</sub> -травильний розчин, що утворює комплекси металів і, відтак, спроможний видаляти окалину з поверхні спеціальної сталі та (або) вуглецевої сталі. У цьому випадку як середовище-носії для постійного електричного струму й одночасно як травильний розчин для хімічного видалення окалини з поверхні сталі служить травильний розчин (мінеральні кислоти, такі, як HF, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HCl, змішана кислота або Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). При прямій подачі струму на анод, яким може бути металева штаба, через анодне окислення утворюється кисень *in statu nascendi*. Анод також може представляти собою синтетично виготовлений алмазний електрод та (або) свинцево-олов'яний електрод, причому алмаз нанесений на відповідний матеріал підкладки і виконаний провідним через введення відповідних елементів (легування).

Способи виробництва алмазних електродів фахівцю у цій галузі техніки відомі. Наступні способи виробництва згадуються як приклади:

1) безпосереднє виконання легованих бором алмазних шарів на матеріалах підкладки (наприклад, на ніобії), зокрема, процесами хімічного осадження з парової фази;

2) введення порошку, що складається з легуваних, синтетично вироблених алмазів, в поверхню металу або сплаву металу таким чином, щоб одержати електропровідне з'єднання між металом або сплавом металу й частками алмазу (див. документ WO2004005585 А1),

3) введення порошку, що складається з легуваних, синтетично вироблених алмазів, в електропровідну пластмасу.

Один переважний варіант здійснення винаходу відрізняється тим, що на плоский продукт (штабу), що травиться, та алмазний електрод та (або) свинцево-олов'яний електрод постійний струм подають повторно-короткочасно, переважно, непрямо. Втім, постійний струм можна подавати й безперервно, тобто, постійно.

Один переважний варіант здійснення винаходу відрізняється тим, що на плоский продукт (штабу), що травиться, та електрод (електроди) постійний струм подають поперемінно, тобто, на електроди можна подавати постійний струм, який завжди змінюється з катодного струму на анодний, а потім знов на катодний струм.

Як електроліт можна використовувати мінеральні кислоти, змішану кислоту та (або) лужні електроліти, наприклад, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Для хімічної ерозії та (або) розчинення окалини на поверхні плоского металевого продукту (наприклад, штаби) можна використовувати суміш мінеральних кислот і води із концентрацією мінеральних кислот 10-250г/л, причому концентрація

мінеральних кислот складає, зокрема, 50-200г/л, переважно, 150г/л.

Зокрема, рідиною електроліту може бути суміш води й  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (сульфату натрію), причому склад електроліту регулюють конкретно для плоского продукту, що має травитися, і концентрація  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  дорівнює 100-350г/л, переважно, 150г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  на літр.

Втім, рідиною електроліту може бути й змішана кислота (суміш  $\text{HF}$  і  $\text{HNO}_3$ ), і склад електроліту регулюють конкретно для плоского продукту, що має травитися, і концентрація змішаної кислоти дорівнює 20-100г  $\text{HF}$  на літр і 50-300г  $\text{HNO}_3$  на літр, переважно, 50г  $\text{HF}$  на літр і 150г  $\text{HNO}_3$  на літр. Навіть якщо використовують змішану кислоту, утворюється лише мінімальна кількість  $\text{NOX}$ , якщо взагалі утворюється, оскільки утворений кисень або радикали  $\text{OH}$  спричиняють негайне окислення утвореного  $\text{NOX}$  знову в  $\text{HNO}_3$ .

Як рідину електроліту можна також використовувати змішану кислоту, концентрація й склад якої відповідає змішаній кислоті, що зазвичай використовують при відомому хімічному травленні.

Пропоноване використання постійного струму, що заміняє  $\text{HNO}_3$ , означає, що відпадає необхідність вживати заходів для зменшення  $\text{NOX}$ , що неминуче утворюється. Можна обійтися без використання сечовини або пероксиду водню.

У будь-якому випадку можна передбачити пристрої, що забезпечують точне дотримання концентрації травильної ванни. Це дозволяє покращити якість поверхні плоского продукту, наприклад, сталевих штаб.

Густини струму (ампери на одиницю площі) можна регулювати конкретно для плоского продукту, що має травитися, причому густини току на електродах дорівнюють 0,5-150А/дм<sup>2</sup>. Температуру електроліту можна регулювати конкретно для плоского продукту, що має травитися, причому температура електроліту дорівнює 20-90°C, переважно, 75°C.

Один переважний варіант здійснення винаходу відрізняється тим, що електричну напругу можна змінно регулювати, щоб поверхню металу штаби у разі потреби можна було ще й полірувати.

Один переважний варіант здійснення винаходу відрізняється тим, що керують кількістю подачі електроліту (кількістю травильного розчину) у проміжку між парою алмазних електродів та (або) парою свинцево-олов'яних електродів і штабою. При цьому штабу можна гідравлічно або механічно встановлювати точно у центрі між парою електродів. Завдяки цьому відстань між алмазним електродом та (або) свинцево-олов'яним електродом і штабою можна зменшити до мінімуму.

Один переважний варіант здійснення винаходу відрізняється тим, що проміжок між алмазними електродами та (або) свинцево-олов'яними електродами можна змінювати. Це означає, що проміжок можна легко підганяти до хвилястості штаби.

Ще один переважний варіант здійснення винаходу відрізняється тим, що визначають хвилястість штаби, і алмазні електроди та (або) свинцево-олов'яні електроди встановлюють на певній відстані від штаби, щоб запобігти будь-якому контакту між штабою й алмазними електродами та (або)

свинцево-олов'яними електродами, щоб могло б призвести до короткого замикання.

Крім того, можна передбачити пристрій для встановлення й регулювання відстані між штабою й алмазними електродами та (або) свинцево-олов'яними електродами. Регульована відстань між штабою й алмазними електродами та (або) свинцево-олов'яними електродами уможливорює регулювання потоку струму, завдяки чому зменшуються витрати на енергію.

Одним можливим варіантом здійснення пропонуваного пристрою є ячійка для травлення, у якій постійний електричний струм прямо подається на електропровідний контакт між штабою й електродами (катодом та (або) анодом). У цьому випадку можна передбачити направляючі пристрої, за допомогою яких штабу можна направляти під кутом до горизонталі, при чому електроди встановлюються під тим самим кутом, і передбачаються пристрої, за допомогою яких рідина електроліту може вводиться між штабою й електродами. Зокрема, штаба може подаватися похилою униз під гострим кутом, зокрема, під кутом 30-45°, а потім, після принаймні одного відвідного ролика, похило вверх під певним кутом, зокрема, під кутом 30-45°, щоб штаба могла легко й ефективно вводиться у ячійку для травлення. Подавання штаби похилою дозволяє економити простір ячійки. По суті, порівняно до відомих установок хімічного травлення, потребується значно менше простору. Крім того, досягається дуже ефективно спрямовування штаби - ефективно у тому, що немає провисання штаби.

Положення принаймні одного електрода пари електродів й відвідного ролика може регулюватися перпендикулярно напрямку руху плоского продукту. При цьому електроди й відвідні ролики при введенні штаби можуть гідравлічно та (або) механічно підніматися з її шляху.

Така похила ячійка для травлення може використовуватися як при травленні пакетами, так і при так званому безперервному травленні, оскільки введення штаби здійснюється значно легше через складання алмазних електродів та (або) свинцево-олов'яних електродів й одночасне піднімання відвідного ролика.

Переважний варіант здійснення винаходу досягається через передбачення керуючого пристрою для кількості подачі рідини електроліту (травильного розчину), причому для кожного впускного отвору для рідини між штабою та алмазними електродами та (або) свинцево-олов'яними електродами передбачається окремий керуючий пристрій, щоб потік можна було регулювати відповідно до ширини штаби, а також налаштувати оптимальним для штаб різної ширини. Одержане у результаті гідравлічне або механічне спрямовування штаби означає, що положення штаби між парою алмазних електродів та (або) свинцево-олов'яних електродів можна конкретно регулювати.

Одна з переваг винаходу полягає у тому, що відпрацьований травильний розчин, тобто використаний травильний розчин, не містить будь-яких нітратів і, відтак, може регенеруватися набагато легше й економічно ефективніше. Витрати на ене-

ргію для гідропіролізу таких відпрацьованих розчинів виявляються значно меншими, ніж у відомих способах.

При цьому можна обійтися без усіх дозувальних, контрольних пристроїв, баків і pomp для  $\text{HNO}_3$  і сечовини, що забезпечує значну економію витрат.

Роздільні елементи, встановлені на напрямку ходу штаби, забезпечують можливість подачу штаби до електродів якомога точно без будь-якого контакту між штабою та електродом. Завдяки цьому забезпечується, що штаба не утворює електричне коротке замикання з електродом.

Один з переважних варіантів здійснення винаходу відрізняється тим, що керування потоком струму дозволяє здійснювати травлення поверхні штаби швидко й ефективно й при цьому забезпечувати необхідний рівень якості без забруднення доквілля шкідливими газами, такими, як  $\text{NOX}$ , або азотнокислими солями у відпрацьованому травильному розчині.

Далі винахід пояснюється із посиланнями на приклади на кресленнях.

Стислий опис графічного матеріалу

Фіг.1 представляє собою схему звичайної установки для травлення з хімічним видаленням за допомогою змішаної кислоти.

Фіг.2 представляє собою схему установки, основаної на методі „нейтрального електролізу“.

Фіг.3 представляє ванну для травлення, основану на пропонованому способі.

Фіг.4 представляє установку для травлення, основану на пропонованому способі.

На Фіг.1 представлена відома ванна для травлення 1. Металева штаба 2 подається поверх подавального барабана 44 через знежирючу ванну 5, а потім очищається деіонізованою водою в установці для промивки 4 перед початком хімічного видалення окалини у ванні для травлення 1 із використанням змішаної суміші 3 ( $\text{HF}/\text{HNO}_3$ ). Змішана суміш 3 подається до ванни для травлення 1 помпою 7 і відводиться через трубу 8, наприклад, до проміжної судини 9, де змішана суміш 3 рециркулює. Дозована добавка розчину сечовини 10 здійснюється помпою 11 безпосередньо до ванни для травлення 1, і здійснюється це з екологічних міркувань таким чином, щоб зменшити пропорцію  $\text{NOX}$ . Після ванни для травлення 1 будь-яка прилипла до металевої штаби 2 змішана кислота змивається деіонізованою водою в установці для промивки 12, вода видалається повітродувкою в сушарці 16, і штаба намотується на приймальний барабан 45.

На Фіг.2 представлена відома ванна для травлення 1. Металева штаба 2 подається через електроліт 3, наприклад,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , між катодами 34 й анодами 35. Відстань між цими електродами та штабою зазвичай дорівнює приблизно 70-150мм, причому металева штаба 2 має деяке провисання, яке можна зменшити за допомогою, наприклад, опірних роликів посередині установки. Електроліт 8 відводиться трубою 8, наприклад, до проміжної судини 9 і повертається помпою 7 через трубу 6 до ванни для травлення 1, звідки електроліт 3 рециркулює.

На Фіг.3 представлена пропонована ячійка для травлення 13, яка виконує функцію ванни для травлення 1. Металева штаба 2, наприклад, штаба із спеціальної сталі та (або) вуглецевої сталі, подається у проміжок між електродами 15 пари електродів. Один електрод у кожній парі електродів 15 і струмопідвідний ролик 14 (або металева штаба 2) у будь-який час підключається до випрямляча 19.

Верхні електроди 15 можуть у кожному випадку переміщатися у напрямку 20, а відповідний ролик 14, а відповідний ролик у напрямку 20', щоб регулювати відстань між металевою штабою 2 й електродами 15. Це забезпечує оптимальне використання струму. Електроліт або травильний розчин 3 у свою чергу подається помпою 7 через трубу 6, труби 21, 21', 21'', 21''', що передбачені, в проміжки 24, 24', 24'', 24''' між металевою штабою 2 й електродами 15. Подачу електроліту або травильного розчину можна у цьому випадку регулювати до необхідних умов регулюючими клапанами 22, 22', 22'', 22'''. Після проходження між металевою штабою 2 та електродами 15 електроліт 3 збирається у нижній частині 23 ячійки для електролітичного травлення 13 і подається назад до помпи 7. На напрямку ходу штаби встановлені роздільні елементи 25, 25', 25'', 25'''.

Нижній електрод кожного разу підключений до негативного виходу випрямляча 19, а позитивний вихід випрямляча 19 підключений до струмопідвідного ролика 14. Верхній електрод 15 кожного разу підключений до негативного виходу випрямляча 19, а металева штаба підключена до позитивного виходу випрямляча 19. Для того щоб електроди 15, виконані в вигляді алмазних електродів та (або) свинцево-олов'яних електродів, могли діяти як анод, постійний струм повинен подаватися поперемінно.

Переважнішим варіантом здійснення винаходу (який не обмежується конкретним прикладом) є підключення нижнього електрода на вхідному боці до позитивного виходу випрямляча, щоб він служив анодом. Потім до позитивного потенціалу так само підключається металева штаба. Потім верхній електрод підключається до негативного виходу випрямляча і служить як катод. На вихідному боці підключення електродів зворотне: нижній електрод тут служить катодом, а верхній анодом. Таким чином до зони радикалів  $\text{OH}$ , утворених на аноді, входять як верхній, так і нижній бік штаби. У цьому варіанті здійснення як для вхідного, так і вихідного боку можна було б передбачити по одному випрямлячу 19.

Альтернативою останньому можливому варіанту здійснення (який не обмежується конкретним прикладом) є підключення струму до металевої штаби 2, тобто подача струму лише в пару електродів, що служать катодом і анодом, у будь-який один час.

На Фіг.4 представлена установка, що має подавальний барабан 44 і приймальний барабан 45, що дозволяють протягувати металеву штабу 2 через технологічний процес з відповідною швидкістю. Обробка включає хімічне або електролітичне знежирення 5, щоб уможливити очищення замасленої штаби, й ячійку електролітичного травлення 13. Ячійка електролітичного травлення 13 підклю-

чена до випрямлячів. Пари електродів 15 встановлені таким чином, що до струмопідвідного ролика 14 і випрямляча у будь-який один час підключається лише одна пара електродів 15. Настройкою випрямляча на електроди можна повторно-короткочасно, поперемінно та (або) безперервно подавати регульовані електричні напруги, що у разі потреби поліруватимуть поверхню металевої штаби 2. Металева штаба 2 відводиться на струмопідвідних роликах 14 і відвідному ролику 14'.

Перелік позицій

- 1 Ванна для травлення
- 2 Металева штаба
- 3 Електроліт
- 4 Установка для промивки
- 5 Знежирююча ванна
- 6 Труба від помпи 7 до ванни для травлення 1 або до ячійки для травлення 13
- 7 Помпа
- 8 Труба від ванни для травлення 1 до проміжної судини 9
- 9 Проміжна судина
- 10 Розчин сечовини

- 11 Помпа для розчину сечовини 10
- 12 Установка для промивки
- 13 Ячійка для електролітичного травлення
- 14 Струмопідвідний ролик 14' Відвідний ролик
- 15 Електроди
- 16 Сушарка
- 19 Випрямляч
- 20 Напрямок руху електродів 15
- 20' Напрямок руху відвідного ролика 14'
- 21, 21', 21'', 21''' Труби для подачі електроліту
- 22, 22', 22'', 22''' Регулюючі клапани подачі електроліту
- 23 Нижня частина ячійки для електролітичного травлення 13
- 24, 24', 24'', 24''' Проміжки між металевою штабою 2 й електродами 15
- 25, 25', 25'', 25''' Роздільні елементи
- 30 Рівень рідини
- 34 Катод
- 35 Анод
- 44 Подавальний барабан
- 45 Приймальний барабан

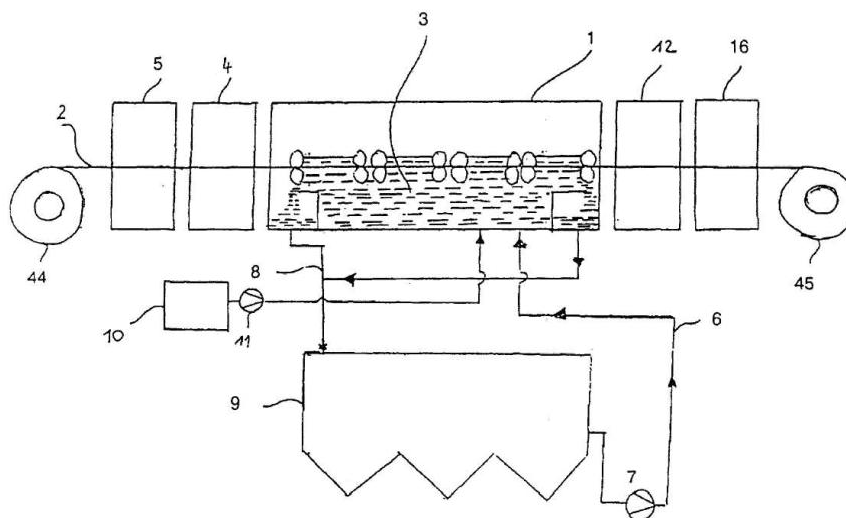


Fig. 1

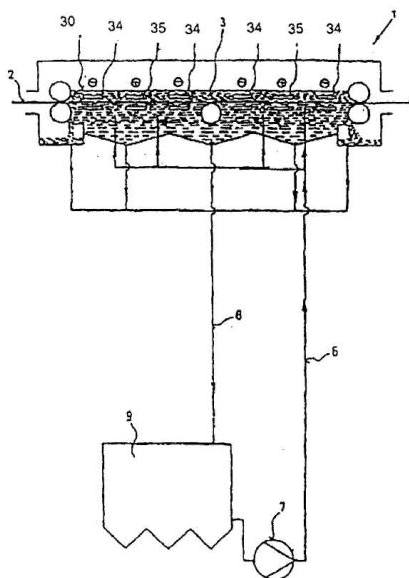


Fig. 2

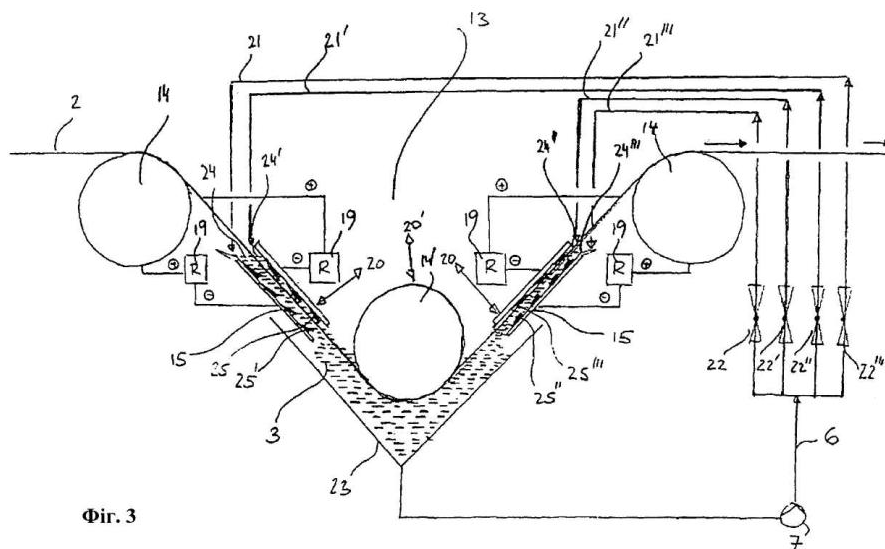


Fig. 3

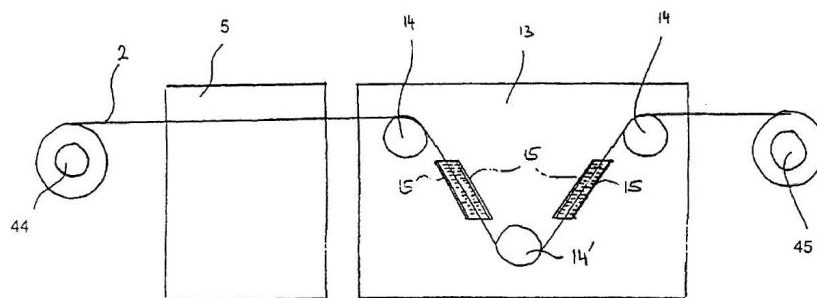


Fig. 4