



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **30368** (13) **U**  
(51) МПК (2006)  
**C25F 7/00**  
**C25F 3/00**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНОЇ ДЕЗАКТИВАЦІЇ МЕТАЛЕВИХ ПОВЕРХОНЬ

1

(21) u200711734

(22) 24.10.2007

(24) 25.02.2008

(72) ОМЕЛЬЧУК АНАТОЛІЙ ОПАНАСОВИЧ, UA,  
ЮДЕНКОВА ІННА МИКОЛАЇВНА, UA,  
ЗАХАРЧЕНКО МИКОЛА ФЕДОРОВИЧ, UA,  
СКРИПТУН ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ, UA, БЛИЗНЮК  
АНТОНІНА ВІКТОРІВНА, UA, КОЗІН ВАЛЕНТИН  
ХОМИЧ, UA, УСКОВА НАТАЛІЯ МИКОЛАЇВНА, UA  
(73) ІНСТИТУТ ЗАГАЛЬНОЇ ТА НЕОРГАНІЧНОЇ  
ХІМІЇ ІМЕНІ В.І. ВЕРНАДСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОЇ  
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, UA

2

(56)

(57) Спосіб електрохімічної дезактивації металевих поверхонь, що включає обробку змінним струмом в розчинах мінеральних кислот або їх солей, який **відрізняється** тим, що дезактивацію здійснюють змінним струмом частотою 20-100 Гц при напруженості електричного поля  $(0,1-3) \times 10^4$  В/м через пористий діелектричний матеріал, який насичений електролітом і заповнює міжелектродний простір.

Технічне рішення відноситься до галузі електрохімічної обробки металів та сплавів, зокрема до процесів електрохімічної дезактивації, полірування, вилучення іржі та окалини і може бути використане на підприємствах атомної енергетики та атомних електростанціях для дезактивації забрудненого технологічного обладнання, на підприємствах машинобудівної, суднобудівної промисловості для фінішної обробки металевих виробів.

Відомі електрохімічні методи дезактивації металевих поверхонь [1, 2]. Суть їх полягає в тому, що металеві поверхні, які необхідно дезактивувати, анодно поляризують постійним струмом в розчинах електролітів, в якості яких використовують, наприклад, фосфорну кислоту [1], або нітрат натрію з добавками сполук хрому, бору, тощо [2]. При анодній поляризації під дією постійного струму відбувається руйнування поверхневого шару металу, за рахунок чого радіонукліди, що забруднюють металевий зразок, переходять у розчин.

До недоліків дезактивації на постійному струмі слід віднести великі витрати металу при анодному розчиненні, зокрема при очистці від радіонуклідів з невисоким значенням електродного потенціалу. Крім того, при збільшенні потенціалу поляризації поверхні, що дезактивують, ефективність вилучення радіонуклідів падає внаслідок переходу їх у пасивний стан.

Менші втрати металу та більш висока ефективність дезактивації досягається при використанні змінного струму промислової частоти (50Гц) [3-5]. Використання змінного струму сприяє створенню умов нестійкої пасивності на міжфазній границі, за рахунок чого підвищується ефективність дезактивації при високій густині струму. При однакових витратах електроенергії втрати металу при обробці змінним струмом майже вдвічі менші, ніж при поляризації постійним струмом.

До недоліків відомих методів дезактивації на змінному струмі [3-5] відносяться великі об'єми дезактивуючих розчинів, крім того відомі методи не дозволяють проводити дезактивацію деталей великих габаритних розмірів.

Найбільш близьким по технічній суті і результату, що досягається є спосіб електрохімічної дезактивації згідно технічному рішення [5].

За цим способом дезактивацію здійснюють змінним струмом промислової частоти (50Гц) при густині струму  $1-2 \text{ A/cm}^2$ , а як електроліт використовують 1-2 N розчин азотної кислоти.

До недоліків рішення, вибраного як прототип, слід віднести непридатність його використання для дезактивації поверхонь великих розмірів, що вимагає значних об'ємів дезактивуючих електролітів. Після дезактивації накопичуються відпрацьовані розчини, що містять радіоактивні ізопопи. Ці розчини в свою чергу необхідно

(13) U

(11) 30368

(19) UA

дезактивувати, або концентрувати і направляти у спеціальні "могильники". Високі густини струму  $1-2\text{A}/\text{см}^2$  спричиняють підвищені питомі втрати електроенергії, локальний перегрів поверхні, що приводить до більш інтенсивного випаровування токсичної азотної кислоти, розтравлювання поверхні.

Технічне рішення, що пропонується, має за мету усунення вказаних недоліків, зменшення питомих витрат електроенергії та реактивів, підвищення якості дезактивації.

Спільними ознаками з прототипом є те, що дезактивацію здійснюють змінним струмом в розчинах мінеральних кислот або їх солей.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що дезактивація здійснюється змінним струмом частотою  $20-100\text{Гц}$  при напруженості електричного поля  $(0,1-3,0)\times 10^4\text{В}/\text{м}$  через пористий діелектричний матеріал, насичений електролітом, який заповнює міжелектродний простір.

Експериментально встановлено, що при поляризації металічних поверхонь змінним струмом створюються умови, які перешкоджають переходу металу у пасивний стан, а, значить, полегшують вилучення міцно фіксованих радіоізотопів. Даній обставині сприяє чергування киснево-водневої функції електроду. Таку зміну функцій електроду можна забезпечити тільки при поляризації змінним струмом.

Оптимальні умови для руйнування міцно фіксованих шарів, що пасивують поверхню електроду, створює струм частотою  $20-100\text{Гц}$ . При частотах менше  $20\text{Гц}$  не досягається ефект руйнування пасивуючого шару і ефективне очищення поверхні супроводжується більш високими втратами металу (порядку  $0,6\text{г}/\text{дм}^2$  хв.), дезактивація поверхонь струмом більш високої частоти, ніж  $200\text{Гц}$ , не забезпечує високий ступінь вилучення радіонуклідів. Коефіцієнт дезактивації не перевищує  $1,5-2,0$ .

В технічному рішенні, що пропонується, дезактивацію здійснюють через пористий матеріал, насичений дезактивуючим розчином, що повністю заповнює міжелектродний простір, однією стороною контактує з поверхнею, яку дезактивують, а іншою - з протиелектродом. Як пористий матеріал добре зарекомендували себе тканини різного ґатунку та різного складу. Для кислих дезактивуючих розчинів найбільш придатні тканини із поліпропілену, кремнезему, базальту, тощо. Для нейтральних сольових розчинів, окрім названих вище, доцільно використовувати бавовняні тканини, брезент, товщина яких складає від  $0,5$  до  $5\text{мм}$ . Об'ємна пористість  $60-80\%$ . Експериментально визначено, що для забезпечення стійкого електролітичного процесу дезактивації достатньо тієї кількості розчину, що міститься в порах такого матеріалу. В міру витрат дезактивуючого розчину на поверхні металу, який дезактивують, його можна поповнювати відомими способами, наприклад, з допомогою дозаторів електроліту.

Використання пористого діелектричного матеріалу для заповнення міжелектродного простору в технічному рішенні, що пропонується забезпечує:

- Зменшення питомих витрат електроліту. При площі робочого протиелектроду  $1\text{дм}^2$  і товщині діелектричного матеріалу  $0,5\text{мм}$  ( $5\cdot 10^{-3}\text{дм}$ ) його об'єм складатиме  $1\times 5\cdot 10^{-3} = 5\cdot 10^{-3}\text{дм}^3$  ( $5\text{см}^3$ ). При об'ємній пористості  $70\%$  цей матеріал

міститиме  $5\times 0,7 = 3,5\text{см}^3$  дезактивуючого розчину. Цієї кількості розчину вистачить для дезактивації  $8-10\text{дм}^2$  поверхні. Отже питомі витрати розчину електроліту складатимуть в середньому  $0,4\text{см}^3$  на  $1\text{дм}^2$ . У відомих технічних рішеннях цей показник на 2 порядки величини більший.

- Зменшення питомих витрат електроенергії. За рахунок дуже малої міжелектродної відстані ( $0,5-5,0\text{мм}$ ) технічне рішення, що пропонується дає можливість вести дезактивацію при незначних падіннях напруги між електродами (не вищих за  $15\text{В}$ ). Умови електролізу при цьому забезпечують ефективне вилучення радіонуклідів при невисоких густинах струму. При густині струму  $1\text{А}/\text{дм}^2$ , падіння напруги між електродами  $15\text{В}$  та тривалості обробки  $5\text{хв}$ . питомі витрати електроенергії оцінюються величиною  $1,25\text{Вт год}/\text{дм}^2$ , що еквівалентно  $3\text{К}/\text{см}^2$ . Згідно прототипу ця величина в 10 разів більша.

- Можливість дезактивації поверхонь значних геометричних розмірів при малих питомих витратах електроліту та електроенергії. Вище було відмічено, що при площі робочого протиелектроду  $1\text{дм}^2$  можна дезактивувати поверхню площею  $8-10\text{дм}^2$  при витратах розчину електроліту  $0,4\text{см}^3/\text{дм}^2$ . Поповнивши втрати розчину в пористому діелектричному матеріалі можна продовжувати дезактивацію.

- Можливість вести дезактивацію в електричному полі великої напруженості  $(0,1-3,0)\times 10^4\text{В}/\text{м}$ . Така велика напруженість електричного поля досягається за рахунок дуже малої міжелектродної відстані між поверхнею, що дезактивують, та поверхнею протиелектроду. Так, наприклад при міжелектродній відстані (товщині тканини)  $5\cdot 10^{-4}\text{м}$  та падінні напруги  $15\text{В}$  напруженість електричного поля складає  $15:5\cdot 10^{-4} = 3\cdot 10^{-4}\text{В}/\text{м}$ .

Найбільш сприятливі умови для дезактивації в області нестабільної пасивності забезпечує поле напруженістю  $(0,1-3,0)\times 10^4\text{В}/\text{м}$ . При меншій напруженості електричного поля не досягаються високі коефіцієнти дезактивації. При напруженостях, що перевищують  $3\cdot 10^4\text{В}/\text{м}$  відмічено розігрів електроліту, можливий електричний пробій та утворення електричної дуги.

Відмінами способу, що заявляється від прототипу є те, що дезактивація здійснюється змінним струмом частотою  $20-100\text{Гц}$  при напруженості електричного поля  $(0,1-3,0)\times 10^4\text{В}/\text{м}$ .

Приклади, що ілюструють заявлений спосіб наведено нижче.

Приклад 1. Виконували дезактивацію поверхні зразка із нержавіючої сталі  $12\text{X}18\text{H}10\text{T}$  забрудненої ізотопами  $^{60}\text{Co}$  та  $^{137}\text{Cs}$ . Рівень радіоактивного забруднення до обробки  $100\text{Б}$  - розпадів/ $\text{см}^2$  хв. обробку вели змінним струмом

частотою 100Гц при напруженості електричного поля  $1 \cdot 10^3$  В/м. через кремнеземну тканину насичену розчином, мас. %:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  - 65,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - 20, решта вода. Тривалість обробки - 5хв. Після обробки забруднення на поверхні зразка не виявлено. Знімання основного металу -  $0,05\text{г/дм}^2$  хв.

Приклад 2. Виконували дезактивацію поверхні зразка із нержавіючої сталі 12Х18Н10Т. Рівень радіоактивного забруднення до обробки  $900\beta$ -розпадів/см<sup>2</sup> хв. Дезактивацію вели змінним струмом частотою 20Гц при напруженості

електричного поля  $3 \cdot 10^4$  В/м. через поліпропіленову тканину насичену розчином, мас. %:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  - 65,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - 20, решта вода + 30г/л інгібіторної добавки. Тривалість обробки - 5хв. Після обробки забруднення на поверхні зразка складало  $3\beta$ -розпади/см<sup>2</sup> хв. Знімання основного металу -  $0,24\text{г/дм}^2$  хв.

Приклад 3. Дезактивували кадмієву трубку. Рівень радіоактивного забруднення до обробки складав  $1200\beta$ -розпадів/см<sup>2</sup> хв. Дезактивацію вели змінним струмом частотою 50Гц при напруженості електричного поля  $1,5 \cdot 10^4$  В/м. через кремнеземну тканину насичену розчином, мас. %:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  - 65,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - 20, решта вода + 30г/л інгібіторної добавки. Тривалість обробки - 5хв. Після обробки забруднення на поверхні зразка складало  $20\beta$ -розпадів/см<sup>2</sup> хв. Знімання основного металу -  $0,12\text{г/дм}^2$  хв.

Приклад 4. Виконували дезактивацію поверхні зразка із міді. Рівень радіоактивного забруднення до обробки складав  $1300\beta$ -розпадів/см<sup>2</sup> хв. Дезактивацію вели змінним струмом частотою 50Гц при напруженості електричного поля  $1 \cdot 10^4$  В/м. через кремнеземну тканину насичену розчином, мас. %:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  - 65,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - 20, решта вода + 30г/л інгібіторної добавки. Тривалість обробки - 3хв. Після обробки забруднення на поверхні зразка складало  $20\beta$ -розпадів/см<sup>2</sup> хв. Знімання основного металу -  $0,03\text{г/дм}^2$  хв.

Приклад 5. Виконували дезактивацію поверхні зразка із нержавіючої сталі 12Х18Н10Т. Рівень радіоактивного забруднення до обробки складав  $900\beta$ -розпадів/см<sup>2</sup> хв. Дезактивацію вели змінним струмом частотою 50Гц при напруженості електричного поля  $5 \cdot 10^3$  В/м. через брезентову тканину, насичену 1М розчином  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Тривалість обробки - 3хв. Після обробки забруднення на поверхні зразка складало  $3\beta$ -розпади/см<sup>2</sup> хв. Знімання основного металу -  $0,02\text{г/дм}^2$  хв.

Джерела інформації:

1. Патент США 4 481 090, МКІ<sup>3</sup> C25F 3/02; C25F 3/06; C25F 3/0. Опубл. 6.11.1984 / Everett L. Childs. Decontaminating metal surfaces (Дезактивация металлических поверхностей).

2. Патент США 5 877 388 МКІ<sup>6</sup> A620 3/00; C25B 9/00; C25D 17/00. Опубл. 2.03.1999 / Masami Enda,

Katsumi Hosaku, Hitoshi Sakai; Hideaki Heki. Apparatus and Method for Electrochemical Decontamination of Radioactive Metallic Waste.

3. Грилихес С. Я. Электрохимическое и химическое полирование. - Л.: Машиностроение, 1987. - 232 с.

4. А.с. СССР №1349347 C25F 3/02. Способ электрохимической дезактивации нержавеющей сталей / Г.Н. Захарчук, Л.Н. Васильева, Н.Н. Смирнов, В.Е. Уланов, А.Н. Усолкин, А.К. Юрьевский. - Опубл. 30.07.1991. Бюл. №28.

5. А.с. СССР №1262997 C25F 3/02. Способ электрохимической дезактивации нержавеющей сталей / Н.Н. Ампелогова, Р.В. Болюков, Л.И. Васильева, Г.А. Захарчук, В.В. Морозов, Б.Ч. Пентин, Г.В. Рюмин, Н.А. Смирнов, В.Е. Уланов. - Опубл. 15.08.91. Бюл.30.