

3. Констант З.А., Диндуне А.П. Фосфаты двухвалентных металлов. - Рига: Зинатне. - 1987. - 371 с.

4. Чудинова Н.Н., Мурашова Е.В., Захарова Б.С. Новые конденсированные фосфаты марганца и некоторых других металлов //Журн. неорганической химии. - 1998. - Т.43, №6. - С. 885 - 889.

5. Powder Diffraction File. JCPDS. Published by International Centre for Diffraction Data. Swarthmore, USA. - 1986. – k.k.11-0022, 35-0072.

6. Powder Diffraction File. JCPDS. Published by International Centre for Diffraction Data. Swarthmore, USA. - 1986. – k. 77-1244.

УДК 661

## ПРОТИКОРОЗИЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ГАЛЬВАНІЧНИХ ПОКРИТТІВ СПЛАВАМИ ЗАЛІЗА З МОЛІБДЕНОМ

***Вінницький В.А., Бисько Р.Є., Ілляшенко Т.О., Каракуркчі Г.В.**  
Факультет військової підготовки НТУ «ХПІ»,  
м. Харків, Україна*

Бойова готовність військ до виконання завдань за призначенням напряму залежить від технічного стану озброєння та військової техніки (ОВТ). Враховуючи, що озброєння і засоби військ радіаційного, хімічного, біологічного (РХБ) захисту експлуатуються в умовах агресивних середовищ та дії високих температур, які сприяють інтенсифікації корозійного руйнування металів, з яких виготовлено вузли та агрегати [1], актуальним є пошук підходів до підвищення протикорозійних властивостей конструкційних матеріалів.

Підвищити корозійну стійкість металу можна за рахунок його легування додатковими компонентами, зокрема Cr, Ni, Mo. Звичайні конструкційні матеріали не завжди здатні задовольнити вимоги, що висуваються до деталей машин та механізмів, яке використовується в екстремальних умовах експлуатації. Конструкційні матеріали підвищеної якості, якщо й відповідають таким вимогам, є досить коштовними для використання у масовому виробництві. Тому одним з найбільш ефективних технологічних шляхів підвищення надійності роботи деталей машин та механізмів є нанесення на робочу поверхню виробів різноманітних покриттів. Гальванічні покриття широко застосовуються у багатьох галузях промисловості, оскільки нанесення їх на вироби забезпечує отримання підвищених фізико-механічних та протикорозійних властивостей при незначних матеріальних витратах [2]. Виходячи з основних підходів, що застосовуються в ремонтних технологіях по відновленню працездатності деталей ОВТ, з метою підвищення фізико-механічних та протикорозійних властивостей поверхонь були обрані гальванічні покриття сплавами Fe з Mo, які володіють комплексом підвищених функціональних властивостей [3].

Гальванічні покриття сплавом Fe-Mo на зразках із низьколегованої Ст 3 формували із цитратного електроліту (рН 3,5) складу, моль/дм<sup>3</sup>: Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> – 0,1; Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> – 0,06; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 0,1; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> – 0,1 в гальваностатичному режимі за температури 25°C при варіюванні густини струму в інтервалі від 2,5 до 6,5 А/дм<sup>2</sup>. Як аноди використовували пластини із нержавіючої сталі Х18Н10Т.

Хімічний склад покриттів досліджували рентгенофлуоресцентним методом з використанням портативного спектрометра “СПРУТ”. Вихід за струмом, швидкість осадження та товщину покриттів встановлювали гравіметрично, виходячи із фактичного приросту маси зразка з урахуванням електрохімічного еквіваленту сплаву.

Дослідження корозійної стійкості сформованих покриттів проводили шляхом їх завішування над модельними корозійними середовищами (5%-вий розчин H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>; 45%-вий розчин NaOH; 3% розчин NaOH + 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 3% Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 2% розчин дихлораміна в дихлоретані (ДР № 1) у порівнянні зі зразками Ст 3 без покриття. Загальна тривалість випробувань становила 30 діб. Контроль поверхні та маси зразків проводили кожні 2 доби з візуальним оглядом та фіксацією зміни маси зразків. На основі отриманих даних розраховували глибинний показник корозії  $k_h$ .

Встановлено, що з електроліту запропонованого складу можна формувати рівномірні компактні блискучі покриття з вмістом молібдену від 20,0 до 40,0 мас. % (в перерахунку на метал) з виходом за струмом до 80 % та швидкістю осадження до 25 мкм/год. На вміст компонентів та ефективність електролізу впливає густина струму та температура.

Результати досліджень корозійної стійкості доводять, що покриття сплавом Fe-Mo характеризуються меншим значенням  $k_h$ , що свідчить про підвищення хімічного опору одержаних гальванічних сплавів у порівнянні з основою зі Ст 3. Вищі протикорозійні властивості покриттів у кислому середовищі пояснюються утворенням на поверхні сплавів щільних плівок кислотних оксидів молібдену, що блокує доступ деполяризатора та захищає поверхню від корозійного руйнування. У лужному середовищі підвищення корозійної стійкості відбувається за рахунок утворення на поверхні нерозчинних гідроксидів заліза. У хлорид-вмісному середовищі покриття виявляють підвищений хімічний опір також завдяки присутності молібдену.

Електрохімічним методом сформовані гальванічні покриття сплавом Fe-Mo з вмістом легуючого компоненту до 40,0 мас. % (в перерахунку на метал). Варіювання густини струму та температури дозволяє керувати процесом сплаотворення та отримувати покриття з різним вмістом Мо. Вищі протикорозійні властивості одержаних сплавів у кислому та хлорид-вмісному середовищах забезпечуються завдяки формуванню оксидів молібдену, в лужному – гідроксидів заліза. Це дозволяє розглядати покриття сплавом Fe-Mo як перспективні в технологіях протикорозійного захисту робочих поверхонь деталей вузлів та агрегатів, в тому числі й озброєння та військової техніки військ РХБ захисту.

### Список літератури:

1. Виноградов С.Н. Коррозия технологического оборудования в дегазирующих растворах отравляющих веществ / С.Н. Виноградов, К.Н. Лысенко // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2009. – № 3(11). – С. 171 – 181.
2. Гамбург Ю. Д. Гальванические покрытия. Справочник по применению / Ю. Д. Гамбург. – М.: Техносфера, 2006. – 216 с.
3. Каракуркчі Г. Корозійна поведінка гальванічних сплавів вольфраму і молібдену з металами підгрупи феруму в умовах експлуатації / Г. Каракуркчі, М. Ведь, М. Сахненко, М. Глушкова, І. Єрмоленко, Ю. Гапон // Фізико-хімічна механіка матеріалів: в 2-х т. Львів: ФМІ, 2014. Спецвипуск № 10. – Т. 1 – С. 223 – 227.

УДК 628.541

## УМОВИ ЕФЕКТИВНОГО ВИЛУЧЕННЯ НІТРАТІВ ІЗ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ НАНОФІЛЬТРАЦІЙНИМ МЕТОДОМ

*Бойко Г.В., Кочкодан О.Д.  
Національний університет  
біоресурсів і природокористування України,  
м. Київ, Україна*

Високий вміст нітратів в питній воді становить серйозну небезпеку для здоров'я людини, тому їх вилучення та контроль вмісту є досить актуальними [1,2] Нітрати – це стабільні і добре розчинні йони з низькою здатністю до співосадження або адсорбції, і саме ці властивості роблять проблематичним їх видалення з води. На сьогодні для вилучення нітратів із водних розчинів використовують йонний обмін, електродіаліз, мембранні методи, адсорбцію на різних матеріалах, біологічні методи, електрохімічне і каталітичне відновлення нітратів [3]. Кожен із зазначених методів має свої недоліки. Перспективними є баромембранні методи [4], але їх можливості щодо вилучення нітратів досліджені недостатньо.

Метою роботи було дослідити умови ефективного вилучення нітрат-йонів із водних розчинів за допомогою нано фільтраційної мембрани ОПМН-П (“Владипор”, Росія). Експерименти проводили в лабораторній нанофільтраційній ячейці. Площа мембрани в ячейці складала 38,5 см<sup>2</sup>. Відповідний робочий тиск створювали стисненим азотом.

Коефіцієнт затримування мембраною ( $R_c$ , %) нітрат-йонів з розчину розраховували за формулою:

$$R_c = (1 - C_\phi / C_0) \cdot 100 \%$$

де  $C_\phi$  та  $C_0$  – відповідно концентрації розчиненої речовини в фільтраті та початковому розчині.