

УДК 546.57 + 547-304.4 + 66.018.8: 544.72.023.2 + 544.723.54

**ПРО ВИКОРИСТАННЯ СОЛЕЙ АРЕНДІАЗОНІЇ ЯК МОДИФІКАТОРІВ  
ПОВЕРХНІ СРІБЛА КОВАЛЕНТНО ПРИЩЕПЛЕНИМ  
ОРГАНІЧНИМ ШАРОМ В АПРОТОННОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

**О. Решетняк<sup>1,2</sup>, О. Перевізник<sup>1</sup>, М. Карпа<sup>1</sup>, Ю. Бобровська<sup>1</sup>, А. Крупак<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна,  
e-mail: reshetniak@franko.lviv.ua

<sup>2</sup> Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного,  
вул. Гвардійська, 32, 79012 Львів, Україна

Досліджено взаємодію металічного срібла з апротонними розчинами солей арендіазонію. З'ясовано, що у концентрованих (0,1–0,25 М) розчинах бензендіазоній тетрафлуороборату протікає інтенсивне розчинення–іонізація срібного субстрату. Водночас у разі використання *мета*- та *пара*-нітро-похідних бензендіазоній тетрафлуороборату відбувається суттєве зростання маси субстрату, що свідчить про модифікацію поверхні срібла ковалентно прищепленим органічним шаром. Зроблено висновок, що оптимальним реагентом для модифікації поверхні срібла ковалентно прищепленим органічним шаром є *мета*-нітробензендіазоній тетрафлуороборат.

*Ключові слова:* срібло, розчинення–іонізація, апротонне середовище, солі арендіазонію, модифікація поверхні, гравіметрія, сканувальна електронна мікроскопія.

Найперспективнішим методом одержання самоорганізованих тонких плівок є ковалентне зв'язування органічних шарів з твердотільним субстратом. Найчастіше самоорганізовані шари (СОШ) використовують як антикорозійні покриття, для захисту від механічного зношування, контролю змочування, тертя поверхонь, або, навпаки, їхнього змащування [1]. Якщо у цих “класичних” технологіях тонкі органічні плівки відіграють важливу, проте пасивну роль, то під час мікроконтактного друку, у сенсорах [2], молекулярній електроніці [3, 4] тощо вони є їхнім активним елементом. Потенціал селективної адсорбції можна використати для фільтрування [5] та аналітичного застосування у біотехнологіях [6, 7]. Оскільки ж самоорганізовані шари є зв'язуючою ланкою між органічними та неорганічними речовинами, то вони ідеально підходять як інтерфазові біологічні матеріали та для інших біосумісних застосувань [8–10].

З огляду на високу електричну провідність, біологічну дію, доступність та вартість найперспективнішим субстратом для осадження СОШ та подальшого їх використання в електроніці, хемо та біосенсорах тощо є срібло. Однак вибір методів ковалентного прищеплення органічних шарів до поверхні срібла суттєво обмежений. Практичне застосування мають лише сульфуровмісні органічні сполуки [11] та похідні карбонових кислот [12–14], проте лише за наявності на поверхні металу оксидного шару. На наш погляд, альтернативою цим реагентам можуть стати солі арендіазонію (ДАС).

Добре відомо, що ароматичні діазосоли самочинно або внаслідок катодної поляризації електрода-субстрату активно взаємодіють з електропровідними поверхнями різної природи, а саме – вуглецевими матеріалами, напівпровідниками (Si, Ga, As), ІТО-електродами та металами, результатом чого є її ковалентна модифікація органічним моно- чи мультишаром [15].

Водночас взаємодію ДАС з поверхнею срібла детально не вивчено. Тому мета нашої роботи – дослідити можливість та умови одержання модифікованих ковалентно прищепленим органічним шаром срібних поверхонь, використовуючи як модифікувальний реагент ароматичні діазосоли різної природи [16].

Ми використовували бензеназодій тетрафторборат (БДФТФБ), а також його *мета*- і *пара*-похідні, які синтезували та очищали згідно з відомою методикою [17]. Синтезовані солі ареназодію зберігали в герметичних контейнерах у холодильнику за температури 2–4 °С та використовували протягом не більше двох–трьох діб після синтезу.

Розчинниками слугували осушені та свіжоперегнані ацетон (кваліфікація х.ч.) та ацетонітрил (марки ALDRICH®, для хроматографії). Усі розчини перед використанням барботували високочистим аргонном протягом 20 хв. Срібло (марки ALDRICH®, товщина 0,25 мм, чистота – 99,9 %) використовували у вигляді тонких пластин з геометричними розмірами ~18×12 мм.

Гравіметричні дослідження розчинення–іонізації (корозії) металів у апротонних розчинах ДАС вивчали за температури 20 °С. Для цього відповідний металевий субстрат через кожні 10–15 хв його взаємодії з розчином ДАС (об'єм – 25 см<sup>3</sup>) висушували і зважували на аналітичних вагах.

Стан поверхні досліджених зразків вивчали методом сканувальної електронної мікроскопії (СЕМ), використовуючи растровий електронний мікроскоп-аналізатор РЕММА-102-02. Прискорювальна напруга електронного пучка становила 30 кВ, тиск у камері –  $1,3 \times 10^{-4}$  Па. СЕМ-зображення отримували зі збільшенням від 1 000 до 30 000 разів. Елементний аналіз складу поверхні зразків проводили методом енергодисперсійної (ЕД) спектроскопії на цьому ж обладнанні.

Потенціометричні дослідження поведінки срібла в апротонних розчинах ДАС виконували за температури 20 °С. Попередня обробка поверхні срібної пластини полягала в її очищенні за допомогою шкіри з алмазною пастою і знежиренні ізопропанолом та ацетонітрилом. Об'єм розчину ДАС становив 50 см<sup>3</sup>. Експериментальне дослідження проводили на потенціогальваностаті (PGSTAT4-16), приєднаному до персонального комп'ютера, протягом 90 хв. Усі потенціали в роботі наведено стосовно насиченого Ag/AgCl електрода, який використовували як електрод порівняння.

На відміну від результатів, наведених у [18, 19], ми виявили, що срібло активно взаємодіє з ДАС в апротонному середовищі (рис. 1–3). У цьому разі характер кінетичних кривих залежить від природи розчинника та діазокатіона (ДАК). Зокрема, у випадку використання БДФТФБ простежується інтенсивне розчинення–іонізація срібного субстрату, швидкість якого зростає в концентрованіших розчинах ДАС (див. рис. 1, 2). Водночас порівняння результатів, відображених на рис. 1, 2, свідчить, що за тих же умов (концентрація ДАС, температура) швидкість корозії срібла в ацетоні дещо менша порівняно з середовищем ацетонітрилу. Причиною цього може бути вища енергія адсорбції молекул ацетону на поверхні срібного субстрату (завдяки

Оксигену карбонільної групи), що приводить до часткового блокування ними поверхні, і, як наслідок, зменшення швидкості розчинення–іонізації металу.

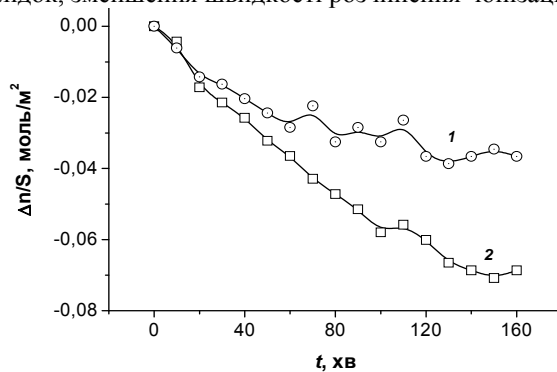


Рис. 1. Зміна з часом приведеної (до площі поверхні субстрату) кількості срібла, розчиненого в ацетонітрильному розчині БДТФБ концентрацією, М: 1 – 0,1; 2 – 0,25

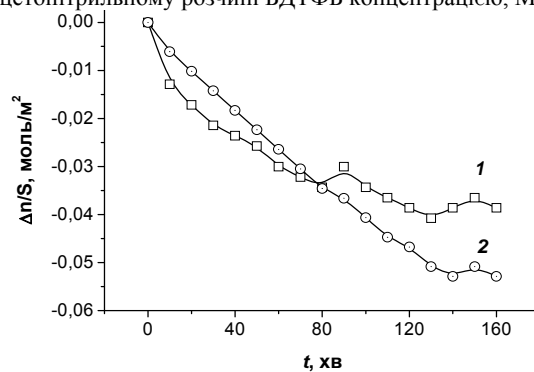


Рис. 2. Зміна з часом приведеної (до площі поверхні субстрату) кількості срібла, розчиненого у ацетоновому розчині БДТФБ концентрацією, М: 1 – 0,1; 2 – 0,25

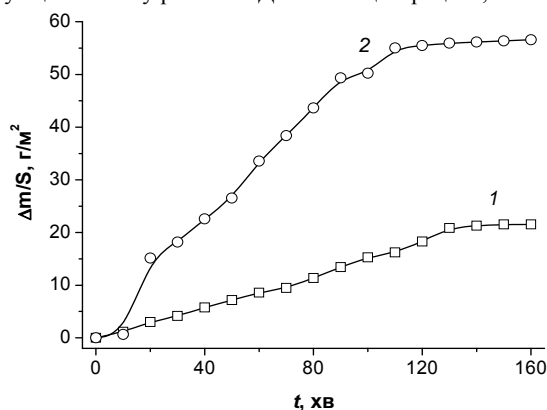


Рис. 3. Зміна з часом приведеної (до площі поверхні) маси срібного субстрату у 0,25 М ацетонітрильних розчинах *para*- (1) та *meta*-нітро-БДТФБ (2)

Зовсім по-іншому поведуться ацетонітрильні розчини нітро-похідних БДТФБ. У випадку як *пара*- (див. рис. 3, 1), так і *мета*-нітропохідної (див. рис. 3, 2), маса срібного субстрату зростає, що слугує підтвердженням модифікації поверхні срібла ковалентно прищепленим органічним шаром. Тоді кількість осажденного абсорбату у разі використання *мета*-нітро-БДТФБ набагато більша, ніж у разі використання *пара*-нітро нітропохідної (див. рис. 3).

Прийнявши, що площа, яку займає хемосорбований нітрофенільний радикал на поверхні, становить  $2 \text{ \AA}^2$ , а шершавість поверхні електрода  $\alpha = \sim 10$  [20], ми розрахували кількість ланок у прищепленому полімолекулярному ланцюзі, використовуючи формулу

$$n = \frac{\Delta m \cdot S^{(1)} \cdot N_A}{M(\text{ланки}) \cdot \alpha \cdot S(\text{Ag})}$$

де  $\Delta m$  – зміна маси пластинки внаслідок контакту срібного субстрату з розчином ДАС;  $S^{(1)}$  та  $S(\text{Ag})$  – площа, яку займає радикал на поверхні срібного субстрату, та його загальна площа;  $M(\text{ланки})$  – молярна маса ланки у полімолекулярному ланцюзі.

В утворенні ковалентно прищепленого ланцюга можуть брати участь як нітрофенільні, так і нітроазофенільні радикали [21–23], тому розрахунки дають результат 170–210 та 450–550 ланок у випадку використання *пара*- та *мета*-нітро-БДТФБ, відповідно. На нашу думку, отримані результати дещо завищені. Причинами цього є, очевидно, вища шершавість поверхні порівняно з прийнятим у розрахунках фактором  $\alpha = 10$ .

На підставі порівняння СЕМ-зображення поверхні вихідного срібного субстрату (рис. 4) з зображеннями цієї ж поверхні після взаємодії з апротонними розчинами відповідних ДАС (рис. 5, 6) можна зробити висновок, що процес модифікації поверхні в цьому випадку супроводжується незначним розчиненням–іонізацією срібла. Результатом цього є подальше збільшення шорсткості поверхні, а тому можна припустити, що кількість ланок у прищеплених ланцюгах становить  $\sim 100$ .

Підтвердженням інтенсивного розчинення–іонізації срібла в розчинах БДТФБ є СЕМ-зображення з рис. 7–10. У випадку ацетонітрильних розчинів (див. рис. 7, 9) розчинення срібла відбувається практично по всій поверхні субстрату. Однак зображення за найбільшого збільшення свідчать про те, що корозія срібла має пітинговий характер з утворенням глибоких виразок на поверхні срібла (див. рис. 7, в–г; 9, б). У

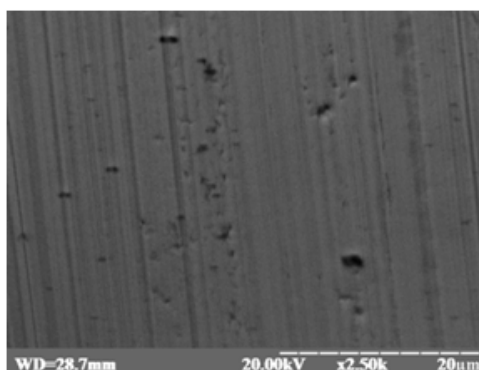


Рис 4. СЕМ-зображення поверхні вихідної срібної пластини

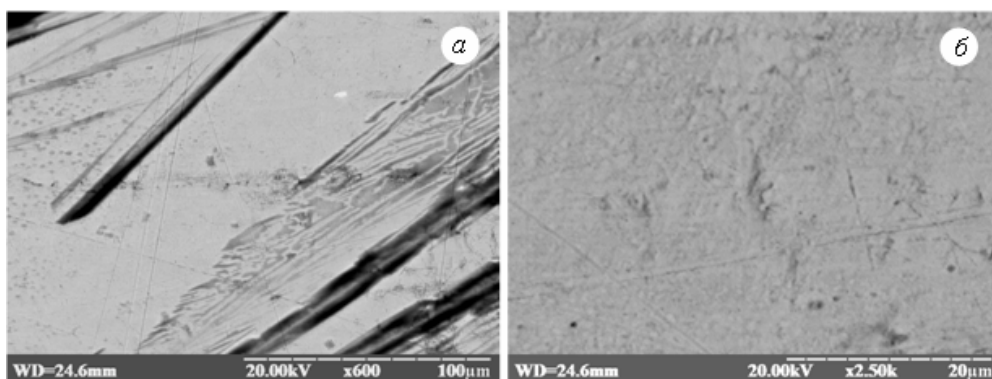


Рис. 5. СЕМ-зображення поверхні срібної пластини після взаємодії з 0,25 М ацетонітрильним розчином *para*-нітро-БДФБ протягом 160 хв, отримані зі збільшенням у 600 (а) та 2 500 (б) разів

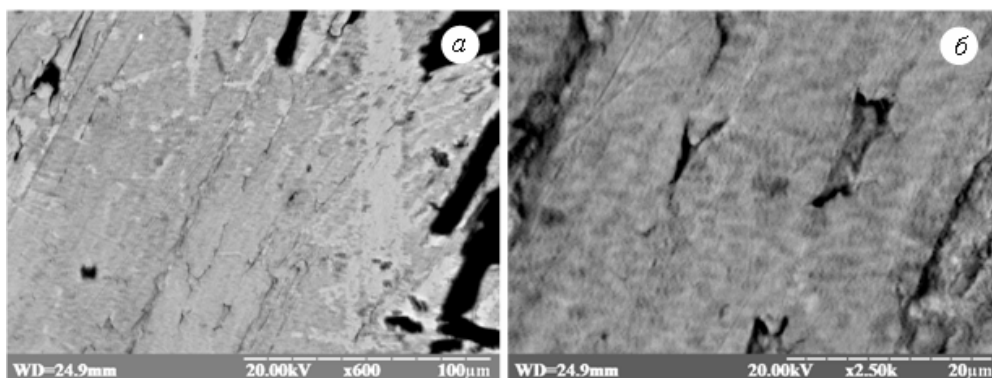


Рис. 6. СЕМ-зображення поверхні срібної пластини після взаємодії з 0,25 М ацетонітрильним розчином *meta*-нітро-БДФБ протягом 160 хв, отримані зі збільшенням у 600 (а) та 2 500 (б) разів

разі використання ацетонових розчинів розчинення срібла відбувається більш рівномірно (див. рис. 8, 10), а процес можна означити як хімічне полірування поверхні.

Отримані ЕД-спектри поверхні зразків після їхньої взаємодії з розчинами ДАС (рис. 11) свідчать про наявність на поверхні зразка, окрім атомів срібла, також атомів Карбону та Фтору незалежно від природи ДАС. Отже, можна зробити висновок про утворення на поверхні субстрату фториду срібла, який, блокуючи поверхню субстрату, може регулювати швидкість розчинення-іонізації срібла. З іншого боку, це свідчить також про те, що навіть у разі використання БДФБ розчинення-іонізація срібла відбувається через проміжну стадію утворення ковалентного прищеплення фенільних груп, а процес хемосорбції конкурує або ж є проміжною стадією процесу корозії срібного субстрату.

Виконані потенціометричні дослідження засвідчили, що кінетика зміни потенціалу срібного електрода в ацетонітрильних розчинах солей арендіазонію залежить як від природи солі, так і від її концентрації. У розведених (0,001 М) розчинах ДАС потенціал зменшується в часі й набуває стаціонарного значення через 2 000–4 000 с після контакту срібла з апротонним розчином діазосолі (див. рис. 12, а, в, д).

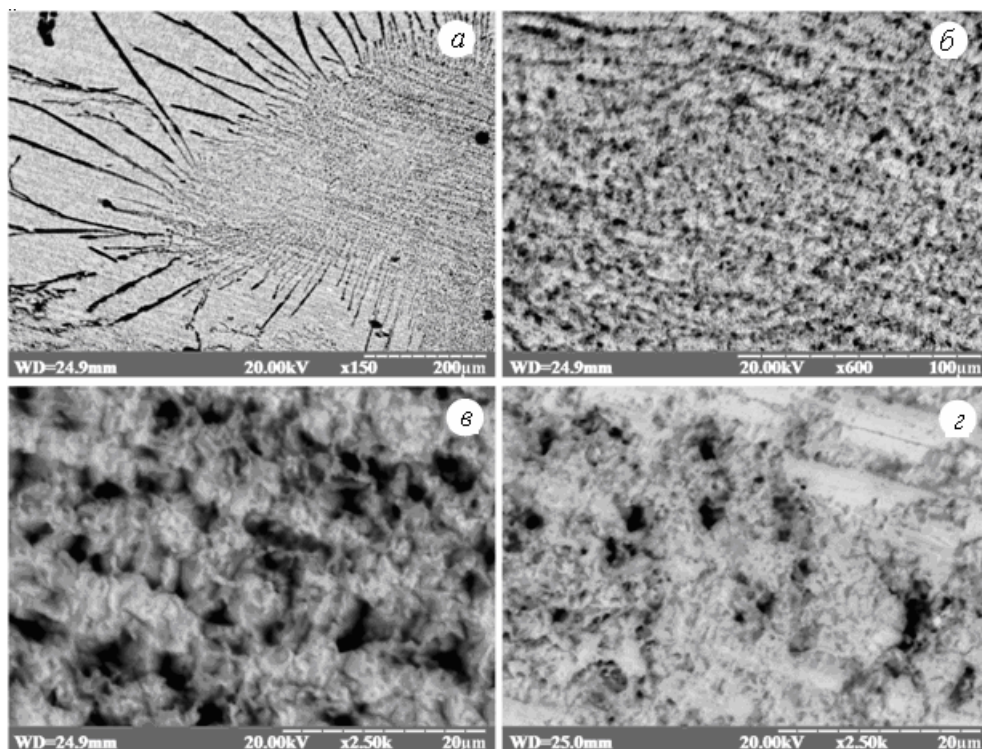


Рис. 7. СЕМ-зображення поверхні срібної пластини після взаємодії з 0,1 М ацетонірильним розчином БДФБ протягом 160 хв, отримані зі збільшенням у 150 (а), 600 (б) та 2 500 (в, г) разів

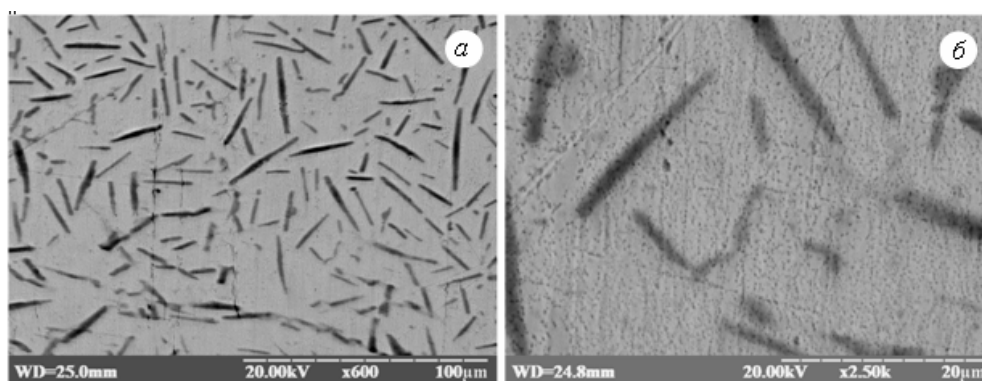


Рис. 8. СЕМ-зображення поверхні срібної пластини після взаємодії з 0,1 М ацетонірильним розчином БДФБ протягом 160 хв, отримані зі збільшенням у 600 (а) та 2 500 (б) разів

Зменшення потенціалу свідчить про зростання відновної активності металевго електрода, що можна пояснити розчиненням–іонізацією оксидного поверхневого шару срібла незалежно від природи ДАС.

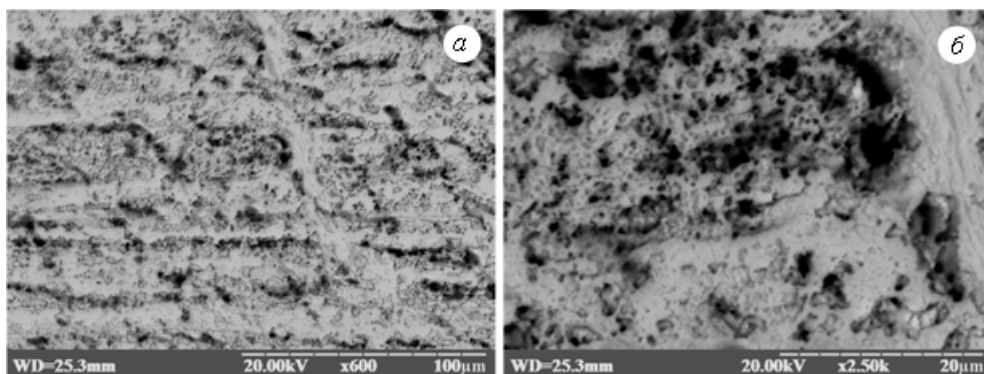


Рис. 9. СЕМ-зображення поверхні срібної пластини після взаємодії з 0,25 М ацетонітрильним розчином БДФБ протягом 160 хв, отримані зі збільшенням у 600 (а) та 2 500 (б) разів

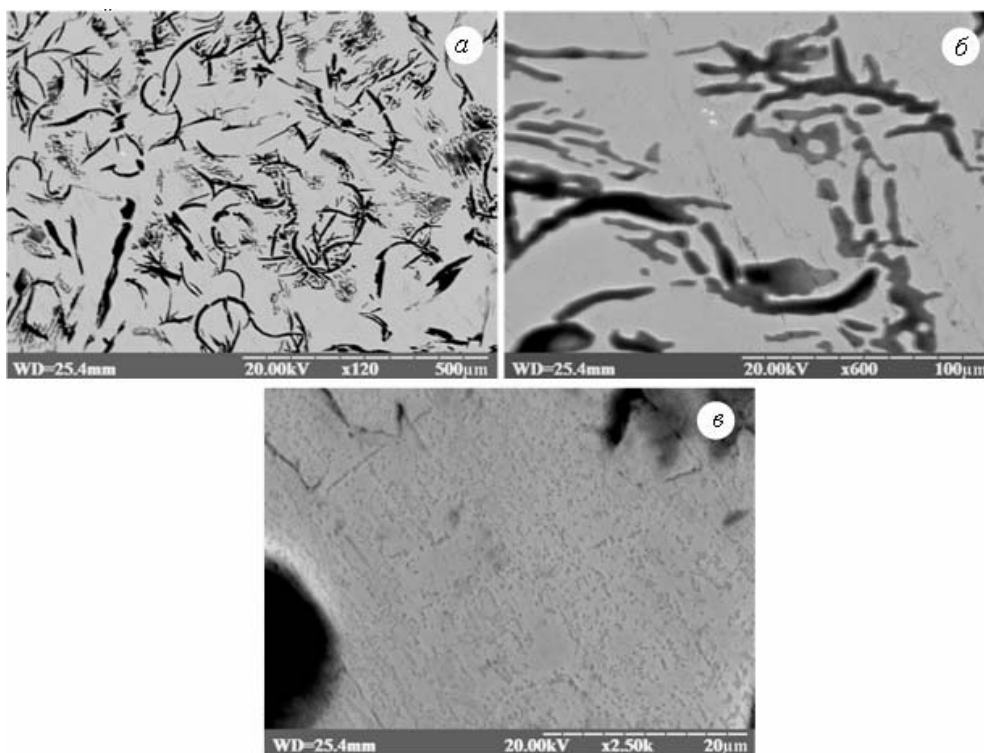


Рис. 10. СЕМ-зображення поверхні срібної пластини після взаємодії з 0,25 М ацетоновим розчином БДФБ протягом 160 хв, отримані зі збільшенням у 120 (а), 600 (б) та 2 500 (в) разів

Зі збільшенням концентрації БДФБ на два порядки – до 0,1 моль/л (див. рис. 12, б, г, е), спостережуваний характер зміни потенціалу в часі змінюється на повністю протилежний.

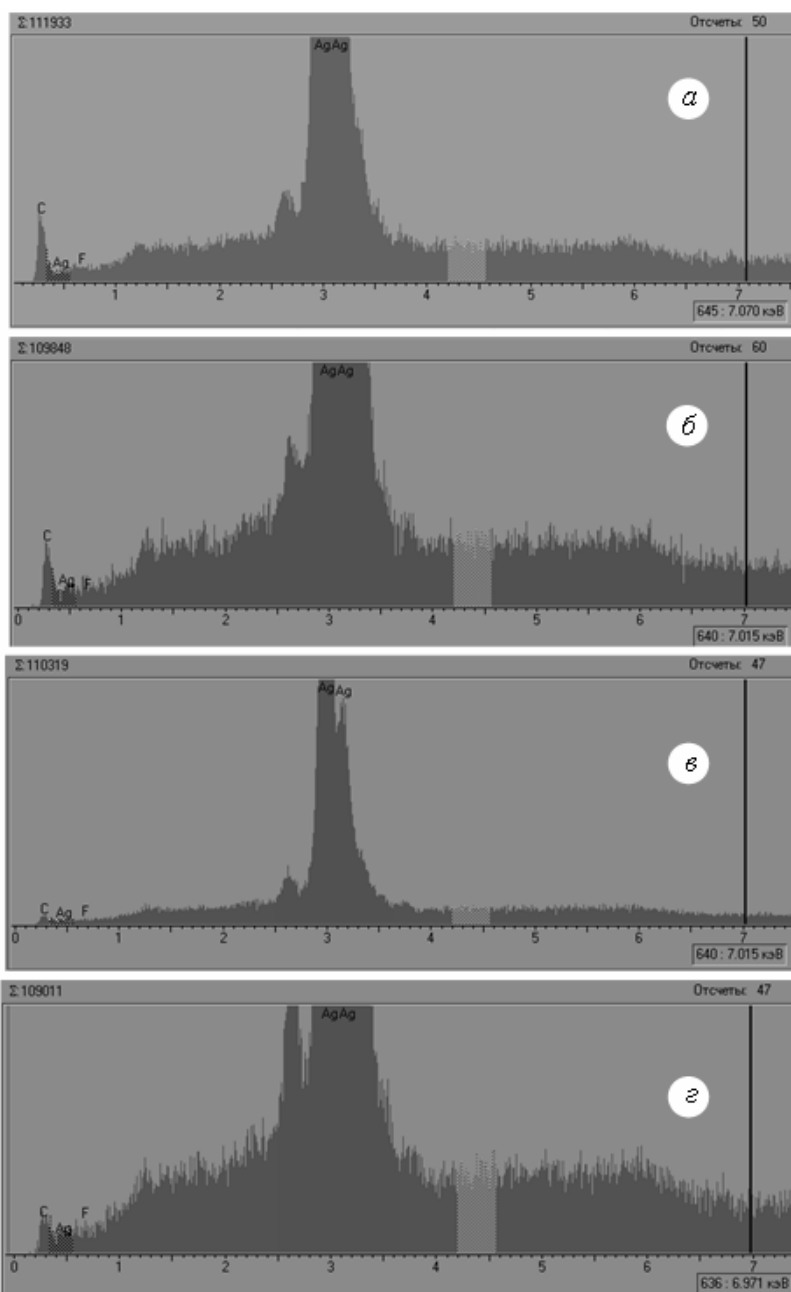


Рис. 11. ЕД-спектри поверхні срібних субстратів після їхньої взаємодії з: 0,1 М ацетонітрильним розчином БДТФБ (а); 0,25 М ацетонітрильним розчином БДТФБ (б); 0,25 М ацетоновим розчином БДТФБ (в); 0,25 М ацетонітрильним розчином *мета*-нітро-БДТФБ (г).



Для всіх досліджених ДАС потенціал срібного електрода суттєво зростає, досягаючи значення 0,3–0,33 В, що є свідченням пасивації електрода, яка, на нашу думку, відбувається внаслідок ковалентного прищеплення до поверхні органічного шару. Числові значення квазістаціонарних електродних потенціалів найшвидше (~2 000 с) усталюються у випадку *мета*-нітро БДТФБ (див. рис. 12, *з*), а отже, модифікація поверхні в цьому випадку відбувається теж найшвидше, а якість ковалентно прищепленого шару є найвищою.

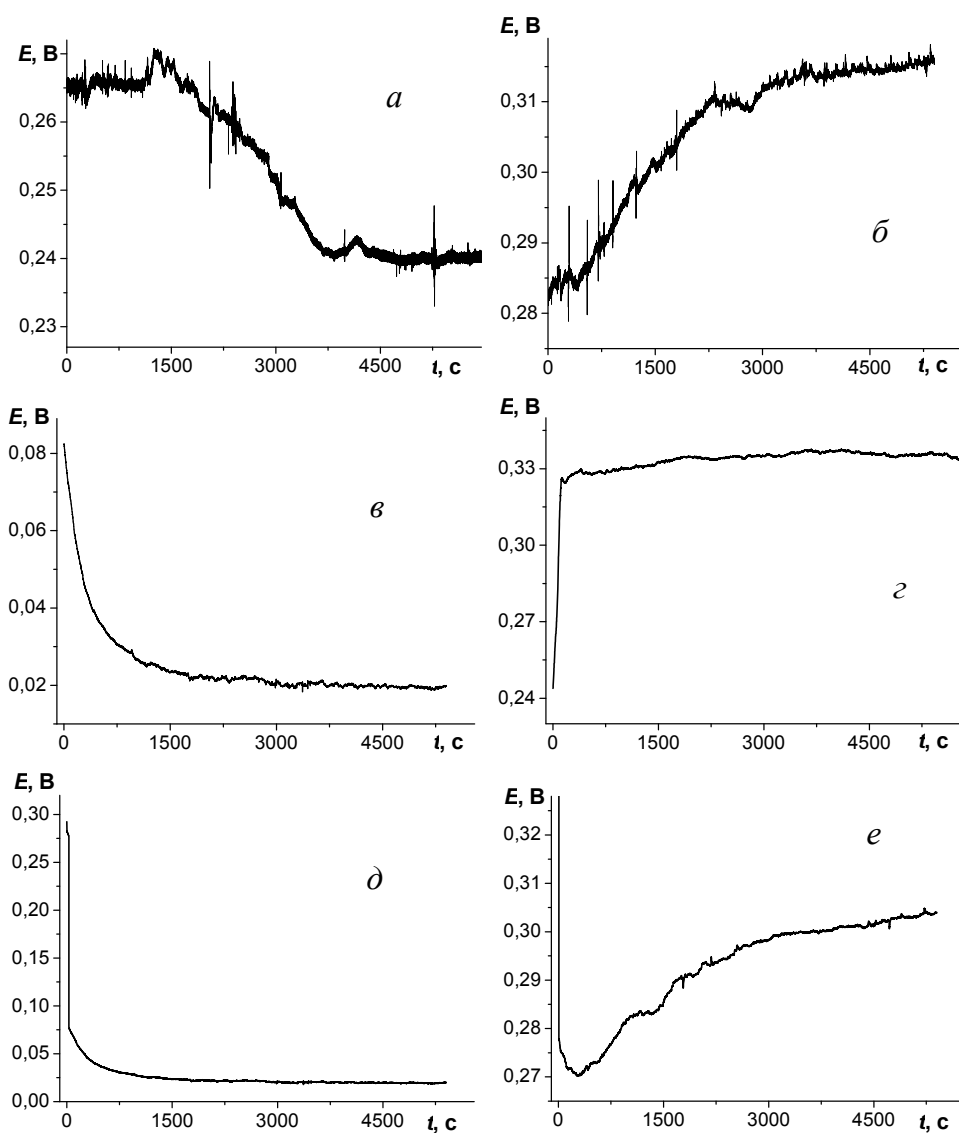


Рис. 12. Зміна в часі потенціалу срібного електрода у 0,001 М (*а, в, д*) та 0,1 М (*б, г, е*) ацетонітрильних розчинах БДТФБ (*а, б*), його *мета*- (*в, г*) та *пара*- (*д, е*) нітро-похідних.

Отже, беручи до уваги раніше виявлений ефект розчинення-іонізації срібла в апротонних розчинах ДАС, можемо зробити висновок, що для модифікації срібла ковалентно прищепленими органічними шарами найперспективнішим є використання *мета*-нітробензендіазоній тетрафлуороборату.

Ця робота стала можливою частково завдяки науково-дослідній роботі ХФ-149Ф (№ держреєстрації 0113U003055), фінансованій Міністерством освіти і науки України.

1. Волков С.В., Ковальчук С.П., Огенко В.М., Решетняк О.В. Нанохімія, наносистеми, наноматеріали. – К.: Наук. думка, 2008.
2. Flink S., van Veggel F.C.J. M., Reinhoudt D.N. Sensor functionalities in self-assembled monolayers // *Adv. Mat.* 2000. Vol. 12, N 18. P. 1315–1328.
3. Campbell I.H., Kress J.D., Martin R.L. et al. Controlling charge injection in organic electronic devices using self-assembled monolayers // *Appl. Phys. Lett.* 1997. Vol. 71. N 24. P. 3528–3530.
4. Chen J., Reed M.A., Rawlett A.M., Tour J.M. Large On-off ratios and negative differential resistance in a molecular electronic device // *Science.* 1999. Vol. 286, N. 5444. P. 1550–1552.
5. Wirth M.J., Fairbank R.W.P., Fatunmbi H.O. Mixed self-assembled monolayers in chemical separations // *Science.* 1997. Vol. 275. N. 5296. P. 44–47.
6. Bumm L.A., Arnold J.J., Dunbar T.D. et al. Electron transfer through organic molecules // *J. Phys. Chem. B.* 1999. Vol. 103. N. 38. P. 8122–8127.
7. Nyquist R.M., Eberhardt A.S., Silks L.A., Li Z. et al. Characterization of self-assembled monolayers for biosensor applications // *Langmuir.* 2000. Vol. 16. N. 4. P. 1793–1800.
8. Prime K.L., Whitesides G. M. Self-assembled organic monolayers: model systems for studying adsorption of proteins at surfaces // *Science.* 1991. Vol. 252. P. 1164–1167.
9. Singhvi R., Kumar A., Lopez G. P. et al. Engineering cell shape and function // *Science.* 1994. Vol. 264. N. 5159. P. 696–698.
10. Sachs S.B., Dudek S P., Hsung R.P. et al. Rates of interfacial electron transfer through  $\pi$ -conjugated spacers // *J. Am. Chem. Soc.* 1997. Vol. 119. N. 43. P. 10563–10564.
11. Ulman A. Formation and structure of self-assembled monolayers // *Chem. Rev.* 1996. Vol. 96. N 4. P. 1533–1554.
12. Schlotter N.E., Porter M.D., Bright T.B., Allara D.L. Formation and structure of a spontaneously adsorbed monolayer of arachidic acid on silver // *Chem. Phys. Lett.* 1986. Vol. 132, N 1. P. 93–98.
13. Smith E.L., Porter M.D. Structure of monolayers of short chain n-alkanoic acids ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ ,  $n=0-9$ ) spontaneously adsorbed from the gas phase at silver as probed by infrared reflection spectroscopy // *J. Phys. Chem.* 1993. Vol. 97. N. 30. P. 8032–8038.
14. Tao Y.T. Structural comparison of self-assembled monolayers of n-alkanoic acids on the surfaces of silver, copper, and aluminium // *J. Am. Chem. Soc.* 1993. Vol. 115. N 10. P. 4350–4358.

15. *Pinson J., Podvorica F.* Attachment of organic layers to conductive or semiconductive surfaces by reduction of diazonium salts // *Chem. Soc. Rev.* 2005. Vol. 34. N. 5. P. 429–439.
16. *Перевізник О., Крупак А., Карпа М.* та ін. Взаємодія солей арендіазонію зі сріблом в апротонному середовищі // XIV Наук. конф. “Львівські хімічні читання – 2013”. Львів, 2013. С. Ф38.
17. *Домбровський А.В., Найдан В.М.* Органічна хімія. К.: Вища школа, 1992.
18. *Ковальчук Є.П., Решетняк О.В., Перевізник О.Б.* Взаємодія солей арендіазонію з металами // *Укр. хім. журн.* 2009. Т. 75. № 11–12. С. 10–17.
19. *Koval'chuk E.P., Reshetnyak O.V., Pereviznyk O.B.* et al. Reaction of metals with benzenediazonium tetrafluoroborate in aprotic solvents // *Cent. Eur. J. Chem.* 2010. Vol. 8. N. 3. P. 652–661.
20. *Ковальчук Є.П., Крупак І.Н.* Изучение межфазной границы металл/раствор электролита методом электрохемиллюминесценции // *Электросинтез. Электродные реакции с участием органических соединений: сб. науч. тр.* – М.: Наука. 1990. С. 127–150.
21. *Saby C., Ortiz B., Champagne G.Y., Belanger D.* Electrochemical modification of glassy carbon electrode using aromatic diazonium salts. 1. Blocking effect of 4-nitrophenyl and 4-carboxyphenyl groups // *Langmuir.* 1997. Vol. 13. N. 25. P. 6805–6813.
22. *Doppelt P., Hallais G., Pinson J.* et al. Surface modification of conducting substrates. Existence of azo bonds in the structure of organic layers obtained from diazonium salts // *Chem. Mater.* 2007. Vol. 19. N.18. P. 4570–4575.
23. *Toupin M., Belanger D.* Thermal stability study of aryl modified carbon black by *in situ* generated diazonium salts // *J. Phys. Chem. C.* 2007. Vol. 111. N.14. P. 5394–5401.

**ABOUT THE USE OF ARENEDIAZONIUM SALTS AS A MODIFIERS  
OF THE SILVER SURFACE BY ORGANIC COVALENTLY GRAFTING LAYER  
IN APROTIC MEDIUM**

**О. Reshetnyak<sup>1,2</sup>, О. Pereviznyk<sup>1</sup>, М. Karpa<sup>1</sup>, Yu. Bobrovs'ka<sup>1</sup>, I. Krupak<sup>1</sup>**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
Kyryla & Mefodiya Str., 6, 79005 Lviv, Ukraine,  
e-mail: reshetniak@franko.lviv.ua;*

<sup>2</sup>*Army Academy named after Hetman Petro Sahaydachnyi,  
Gvardiys'ka Str., 32, Lviv 79012, Ukraine*

Interaction of metallic silver with aprotic solutions of arenediazonium salts (DAS) has been studied. It has been determined by gravimetric method that intensive dissolution–ionization of silver substrate observes in concentrated (0.1–0.25 M) solutions of benzenediazonium tetrafluoroborate. The results of scanning electron microscopy indicates that silver corrosion in the acetonitrile medium has pitting character with formation of deep pits on the silver surface, while silver dissolution-ionization in acetone DAS solutions can be defined as a polishing of surface.

In the same time, by means of the use of *meta*- and *para*-nitrobenzenediazonium tetrafluoroborates, a significant increase of the substrate mass appears that indicating on the modification of silver surface by covalently grafted organic layer. The calculations, which were carried out on the

base of the results of gravimetric studies, indicate that formation of multilayer takes place in this case. Whereas that both nitrophenyl and nitroazophenyl links can take place in the grafted chain formation, the quantity of links in the chains amounts 170–210 and 450–550 links respectively. However, it is conservative values whereas the particulate dissolution of silver substrate that leads to the increasing of its roughness.

Energy-dispersive spectra of samples of substrates after its interaction with aprotic DAS solutions indicate presence of carbon atoms on the silver surfaces. It indicates on the dissolution-ionization process proceeds through the stage of the formation of covalently grafted organic layer and this process rivals with stage of silver corrosion.

The monitoring of open-circuit potential (OCP) of silver substrates during its contact with acetonitrile solutions of different DAS has been carried out. The potentiometric studies indicated that OCP of substrates in the diluted (0.01 M) solutions of all studied DAS decreases with time that indicates about increasing of reductive properties of silver surface independently from the DAS nature in the result of the dissolution of oxide layer. In the same time, the increasing of OCP of silver substrates in the result of surfaces passivation in the result of the formation of covalently grafted organic layer observes in the solutions of DAS nitro-derivatives. The equilibrium values of OCP reach most rapidly in the case of *meta*-nitro-derivative, that points out the most quality of the formed organic layer.

The totality of obtained experimental results testifies to the effect that the optimal reagent for the modification of silver surface by covalently grafted organic layer is *meta*-nitrobenzenediazonium tetrafluoroborate.

*Key words:* silver, aprotic medium, dissolution–ionization, arenediazonium salts, surface modification, gravimetry, scanning electron microscopy.

## ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛЕЙ АРЕНДИАЗОНИЯ КАК МОДИФИКАТОРОВ ПОВЕРХНОСТИ СЕРЕБРА КОВАЛЕНТНО ПРИВИТЫМ ОРГАНИЧЕСКИМ СЛОЕМ В АПРОТОННОЙ СРЕДЕ

А. Решетняк<sup>1,2</sup>, О. Перевізник<sup>1</sup>, М. Карпа<sup>1</sup>, Ю. Бобровская<sup>1</sup>, А. Крупак<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Львовский национальный университет имени Ивана Франко,  
ул. Кирилла и Мефодия, 6, Львов 79005, Украина,  
e-mail: reshetniak@franko.lviv.ua;

<sup>2</sup>Академия сухопутных войск имени гетьмана Петра Сагайдачного,  
ул. Гвардейская, 32, Львов 79012, Украина

Исследовано взаимодействие металлического серебра с апротонными растворами солей арендиазония. Установлено, что в концентрированных (0,1–0,25 М) растворах бензендиазоний тетрафлуоробората наблюдается интенсивное растворение–ионизация серебряного субстрата. В то же время при использовании *meta*- и *para*-нитробензендиазоний тетрафлуороборатов происходит существенное увеличение массы субстрата, что указывает на модифицирование поверхности серебра ковалентно привитым органическим слоем. Сделано заключение, что оптимальным реагентом для модифицирования поверхности серебра ковалентно привитым органическим слоем является *meta*-нитробензендиазоний тетрафлуороборат.

*Ключевые слова:* серебро, растворение–ионизация, апротонная среда, соли арендиазония, модификация поверхности, гравиметрия, сканирующая электронная микроскопия.

Стаття надійшла до редколегії 31.10.2013

Прийнята до друку 19.12.2013