

УДК 544.463:544.526

ОПТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛІВОК ПОЛІАНІЛІНУ, ХІМІЧНО ОСАДЖЕНИХ НА ПОЛІЕТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТНІ ПІДКЛАДКИ

М. Яцишин, Г. Заставська, Ю. Гніздох

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна,
e-mail: m_yatsyshyn@franko.lviv.ua*

Досліджено модифікацію поліетилентерефталатного субстрату *in situ* поліаніліновими плівками методом хімічного окиснення різних концентрацій аніліну 0,05, 0,1 і 0,15 М амоній пероксодисульфатом у водних розчинах різних концентрацій цитратної кислоти. Досліджено УФ-В спектри отриманих зразків та морфологію плівок. З'ясовано, що утворені плівки містять делокалізовані мікрочастинки поліаніліну на фоні його тонких плівок, адгезованих до поверхні поліетилентерефталатного субстрату. Інтенсивність забарвлення плівок поліаніліну, допованого цитрат-іоном, залежить від концентрації аніліну та концентрації цитратної кислоти. Зміна оптичних властивостей отриманих плівок поліаніліну дедопуванням та повторним допуванням, зумовлена зміною форм поліаніліну, підтверджена електронними спектрами поглинання. Зміщення основних характеристичних смуг поглинання ІЧ-ФП спектрів синтезованих плівок поліаніліну, що відповідають хіноїдному та бензоїдному циклам, свідчить про слабку міжфазову взаємодію між макромолекулами поліаніліну та поверхнею поліетилентерефталатного субстрату.

Ключові слова: анілін, поліанілін, поліетилентерефталат, модифікація, структура, морфологія, поверхня, міжфазова взаємодія.

Електропровідні полімери (ЕПП), зокрема поліанілін (ПАН), завдяки високій спорідненості до поверхонь різної природи можна використати для їхньої модифікації [1, 2]. Модифікацію поверхонь проводять різними методами: провідних поверхонь – електрохімічними методами, непровідних – хімічними. Полімерні поверхні можна модифікувати *in situ* в процесі хімічного окиснення мономеру, і аніліну зокрема [1]. Полімерний субстрат-плівка чи тканина, поміщена у полімеризаційний розчин, покривається плівкою поліаніліну. Отримані поліанілінові покриття на поверхнях матеріалів різної полімерної природи (поліетилен, поліетилентерефталат, поліестер, полістирол, волокна шерсті, шовку, целюлози, паперу тощо) та геометричної форми (гранули, платівки, плівки, нитки та ін.) мають оптичні, адсорбційні, електроактивні, каталітичні, механо-електричні, електромеханічні властивості, та здатність поглинати електромагнітне випромінювання [3, 4], а також важливе практичне застосування, як, наприклад, чутливі елементи оптичних сенсорів, мікроприводів чи штучних м'язів, захисні шари екранів електромагнітного випромінювання тощо [5–7]. Придатним субстратом для осадження ПАН плівок є поліетилентерефталат (ПЕТФ) у вигляді волокон і тканин [8–10].

Поліетилтерефталат та поліанілін є достатньо стабільними і екологічними полімерами. Поєднання їхніх властивостей може бути корисним з огляду на можливості електронного управління фізико-хімічними властивостями поліанілінових шарів на поверхні ПЕТФ або механічного генерування електричного струму [11, 12].

У літературі майже нема результатів досліджень, пов'язаних із формуванням поліанілінових шарів чи плівок на поверхні плівок (платівок) поліетилтерефталату та вивченням їхніх оптичних властивостей і морфології поверхні.

Ми використовували анілін фірми "Aldrich", попередньо перегнаний у вакуумі, амоній пероксодисульфат $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ фірми "Aldrich". Розчини цитратної кислоти готували із реактиву "х.ч", що є в продажі; розчини натрій гідроксиду (NaOH) – із фіксаналів фірми "Merck"; розчини хлоридної кислоти (HCl) – із фіксаналів виробництва Черкаського державного заводу хімічних реактивів (ТУ 6-09-2540-87). Усі розчини готували на дистильованій воді. Поліетилтерефталатним субстратом слугувала плівка марки XEROX товщиною $\sim 0,1$ мм із розмірами 4×5 см [10, 13]. Отримані зразки були двосторонніми плівками складу ПАН/ПЕТФ/ПАН. Для спрощення в тексті прийнято запис ПЕТФ/ПАН.

Для дослідження властивостей зразків використовували сучасні методи фізико-хімічного аналізу. ІЧ-ФП спектри зразків записували за допомогою спектрофотометра марки NICOLET IS 10. Спектри в ультрафіолетовій та видимій ділянках (УФ-В спектри) зразків ПЕТФ/ПАН записували на фотоколориметрі марки КФК-3 стосовно плівок ПЕТФ. Для отримання зображень зразків використовували оптичний мікроскоп МП 3 із фіксацією за допомогою веб-камери та записом на персональному комп'ютері.

УФ-В спектри плівок ПЕТФ/ПАН. На УФ-В спектрах зразків ПЕТФ/ПАН після модифікації (синтезу) простежуються дві смуги поглинання (рис. 1, а): перша (вузька) в межах 300–500 нм і друга (широка) в межах 500–900 нм.

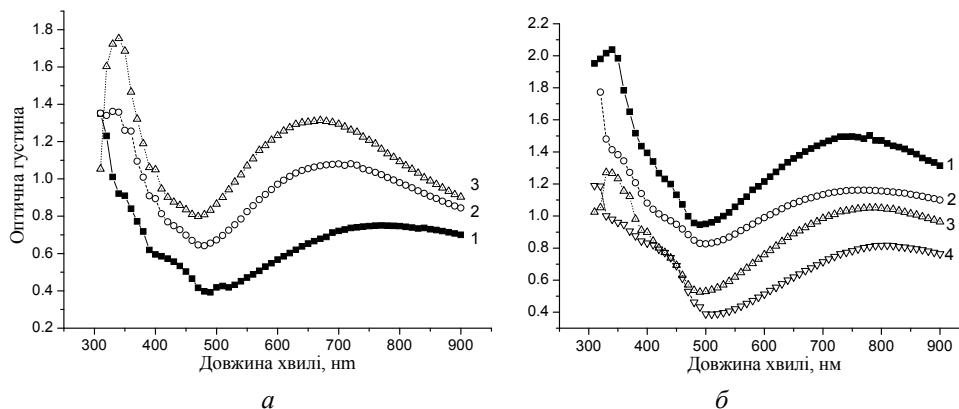


Рис. 1. Спектри поглинання зразків ПЕТФ/ПАН-ЦК: а – залежно від концентрації Ан в реакційній суміші, М: 1 – 0,05, 2 – 0,1, 3 – 0,15 за концентрації ЦК 0,5 М; б – залежно від концентрації ЦК в реакційній суміші, М: 1 – 0,1, 2 – 0,5, 3 – 1,0 і 2,0 за концентрації Ан 0,1 М

Збільшення концентрації Ан у реакційному середовищі від 0,05 до 0,15 М призводить до зростання оптичної густини (утворення товстіших плівок ПАН) і гіпсохромного зміщення максимуму другої смуги поглинання у бік нижчих довжин хвиль – від 780 до 670 нм. Збільшення концентрації ЦК у реакційній суміші від 0,1 до 2,0 М призводить до батохромного зміщення максимуму поглинання другої смуги від 750 до 800 нм (див. рис. 1, б). Зі збільшенням концентрації ЦК на спектрах простежується зменшення оптичної густини. У всіх зразках наявне плече при 400–440 нм (див. рис. 1, б), яке підтверджує допований стан поліаніліну в його плівці на поверхні ПЕТФ. Максимуми першої смуги поглинання за цих умов зміщуються в бік вищих довжин хвиль.

Як відомо, смуга при $\lambda = <400$ нм відповідає $\pi \rightarrow \pi^*$ переходу, другий пік (плече) при ~ 420 нм відповідає переходу полярон $\rightarrow \pi^*$, а широкий пік з максимумом при ~ 800 нм (див. рис. 1) – переходу $\pi \rightarrow$ полярон [14, 15], який властивий емеральдиновій солі (ЕмС) ПАН. Зі збільшенням концентрації Ан у реакційній суміші за концентрації ЦК 0,5 М, простежується зміщення другої смуги поглинання в бік менших довжин хвиль, що зумовлено зменшенням ступеня допування поліаніліну, який утворюється, – не вистачає кислоти. За цих умов утворюється суміш ЕмО і ЕмС поліаніліну на поверхні ПЕТФ. Збільшення оптичної густини УФ-В спектрів зразків зумовлене зміною товщини плівки ПАН на субстраті. Це також підтверджує і зменшення інтенсивності плеча за довжини хвилі 420 нм та збільшення інтенсивності смуги (плеча) поглинання зі збільшенням концентрації ЦК у розчині та зміщення другого максимуму в бік вищих довжин хвиль (див. рис. 1, б, криві 3 і 4).

На рис. 2 зображено УФ-В спектри плівок поліаніліну після дедопування – витримування впродовж 30 хв у 0,1 М розчині NaOH. Характер спектрів поглинання відповідає емеральдиновій основі ПАН [16]. Підтвердженням цього є смуга при 590 нм, а також відсутність плеча при ~ 420 нм. У разі зміни концентрації Ан в реакційній суміші простежується зміщення другої смуги поглинання в бік менших довжин хвиль.

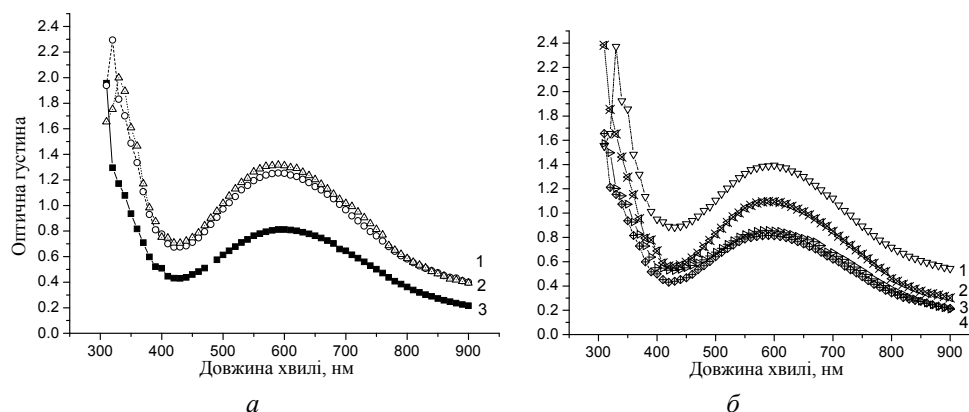


Рис. 2. Спектри поглинання дедопованих у 0,1М розчині NaOH зразків ПЕТФ/ПАН: а – залежно від вихідної концентрації Ан в реакційній суміші, М: 1 – 0,05, 2 – 0,1, 3 – 0,15 за концентрації ЦК 0,5 М; б – залежно від концентрації ЦК в реакційній суміші, М: 1 – 0,1, 2 – 0,5, 3 – 1,0 і 4 – 2,0 за вихідної концентрації Ан 0,1 М

УФ-В спектри плівок ПАН на ПЕТФ субстраті, повторно допованих 0,1 М розчином ЦК після дедопування в 0,1 М розчині NaOH, показано на рис. 3.

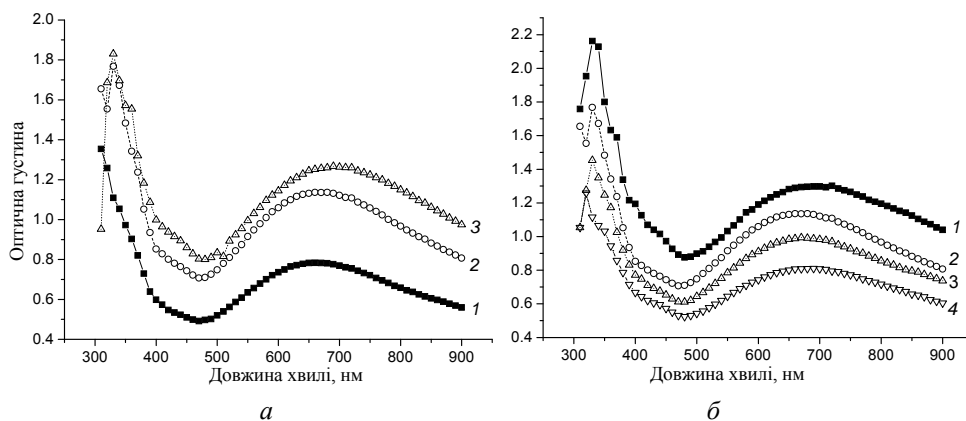
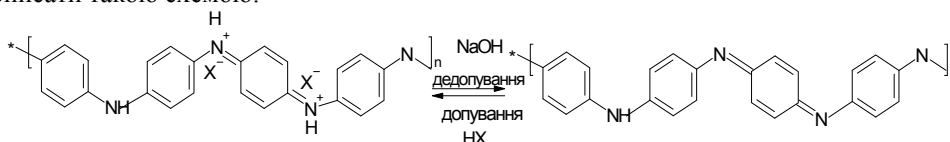


Рис. 3. Спектри поглинання повторно допованих у 0,1 М розчині ЦК зразків ПЕТФ/ПАН-ЦК:
а – залежно від концентрації Ан в реакційній суміші, М: 1 – 0,05, 2 – 0,1, 3 – 0,15
за концентрації ЦК 0,5 М; б – залежно від концентрації ЦК в реакційній суміші М:
1 – 0,1, 2 – 0,5, 3 – 1,0 і 4 – 2,0 за концентрації Ан 0,1 М

Для смуги поглинання при 590 нм характерне гіпсохромне зміщення до 660–670 нм. Положення смуги поглинання при 340 нм практично залишається без змін. У цьому разі простежується утворення плеча, яке, як відомо [14, 15, 17], відповідає переходу *полярон*→ π^* і є підтвердженням допованого стану ПАН. Перетворення поліанілінових молекул у процесі дедопування–допування можна описати такою схемою:



Оборотне основно-кислотне дедопування/допування поліаніліну. (HX – кислота)

Допована форма поліаніліну є електропровідною, тоді як недопована – ізолятором [1].

ІЧ-ФП спектри плівок ПЕТФ/ПАН. ІЧ-ФП спектри досліджених зразків у межах 500–4000 cm^{-1} зображені на рис. 4 після синтезу залежно від концентрації Ан (див. рис. 4, а) та ЦК (див. рис. 4, б). Інтенсивна характеристична смуга при 1712 cm^{-1} відповідає карбонільній групі естеру [8, 18] (див. рис. 4, а і б, крива 1).

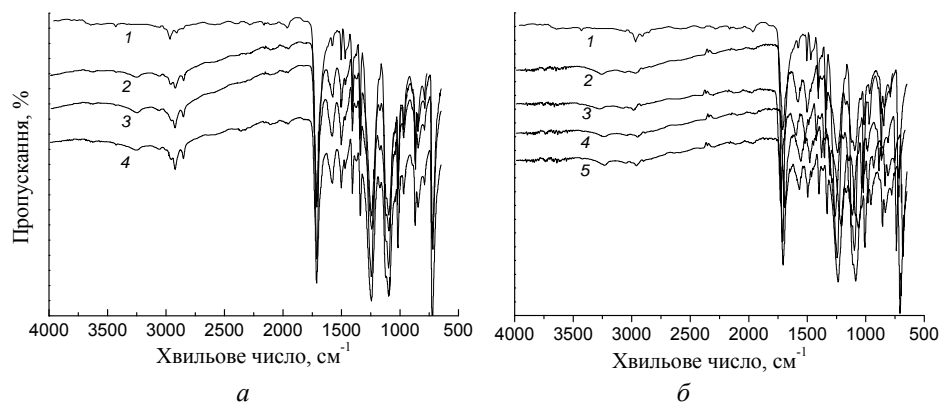


Рис. 4. ІЧ-ФП спектри зразків ПЕТФ/ПАН, отриманих після синтезу залежно від концентрації АН, М (а): 1 – ПЕТФ, 2 – 0,05, 3 – 0,1, 4 – 0,15; та концентрації ЦК, М (б): 1 – ПЕТФ, 2 – 0,05, 3 – 0,1, 4 – 1,0 і 5 – 2,0; а – концентрація ЦК – 0,5 М; б – концентрація АН – 0,1 М

На фоні характеристичних смуг, властивих ПЕТФ за довжини хвилі $1700\text{--}1500\text{ см}^{-1}$, наявні дві характеристичні для поліаніліну смуги при ~ 1576 та 1492 см^{-1} (див. рис. 4, а, криві 2,3 та б, криві 2–4), які відносять до коливань хіноїдного та бензоїдного циклів поліаніліну [19]. Інтенсивність характеристичних смуг ПЕТФ зі зростанням концентрації АН у вихідній реакційній суміші зменшується, що зумовлено екрануванням поверхні ПЕТФ підкладок поверхневою плівкою ПАН. Малоінтенсивну смугу поглинання ПАН (див. рис. 4, а криві 2,3 та б криві 2–4) при $\sim 3220\text{ см}^{-1}$ зачисляють до валентних коливань --NH_2 груп, які відбуваються в протонованому ПАН. Слабкий пік при 2923 см^{-1} приписують валентним коливанням С–Н груп ароматичного циклу [19]. Інтенсивність характеристичних для ПАН смуг залежить від концентрації АН у вихідному розчині – з її збільшенням інтенсивність зростає.

Усі інші основні характеристичні смуги ПАН в межах $1400\text{--}500\text{ см}^{-1}$ замасковані характеристичними смугами, властивими ПЕТФ [8, 18]. Збільшення концентрації кислоти в реакційному середовищі призводить до деякого зміщення характеристичних смуг пари хіноїдного та бензоїдного циклів поліаніліну в бік вищих довжин хвиль, а саме – до 1576 та 1492 см^{-1} стосовно характеристичних смуг ПАН, синтезованого за менших концентрацій кислоти (див. рис. 4, б, криві 2–4).

Морфологія поверхні плівок ПАН. Для аналізу морфології поверхні використовували оптичну мікроскопію на пропускання. На рис. 5 зображені мікрофотографії плівок ПАН на ПЕТФ підкладках, нанесених за різних концентрацій аніліну. Як бачимо з рис. 5, а, зразок ПЕТФ, який слугував підкладкою, містить делокалізовані по поверхні ущільнення у вигляді темніших цяток. Подібні ущільнення простежуються і на зразках ПЕТФ з нанесеними плівками ПАН.

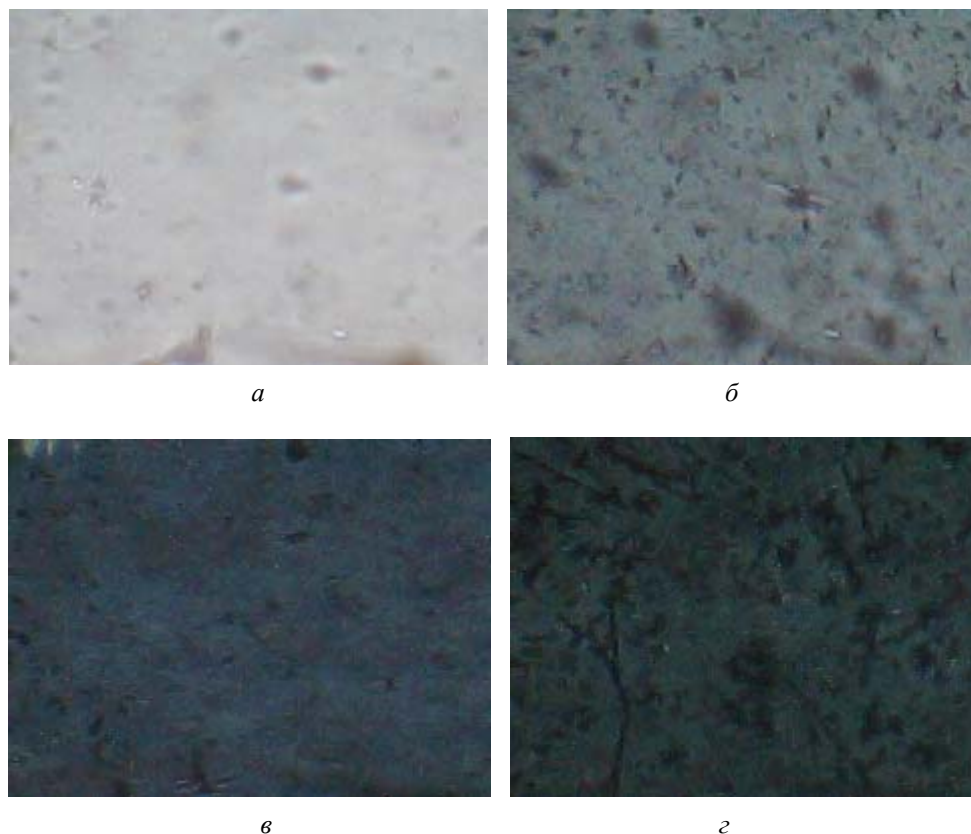


Рис. 5. Мікрофотографії плівок ПЕТФ/ПАН, сформованих залежно від концентрації аніліну у вихідній реакційній суміші, М: *a* – підкладка з ПЕТФ; *б* – 0,05; *в* – 0,1; *г* – 0,15. Концентрація ЛК – 0,5 М \times 320

Як випливає з рис. 5, *г*, збільшення концентрації Ан у реакційній суміші сприяє зростанню інтенсивності забарвлення утворених плівок ПАН. Інтенсивність ущільнень (цятки), що є на плівці ПЕТФ під час формування плівок ПАН, зростає – ПАН утворюється і на них.

Мікрофотографії поверхні плівок ПАН на ПЕТФ підкладках, нанесених за різних концентрацій ЦК, зображені на рис. 6. За концентрацій ЦК понад 0,1 М ПАН формує утворення круглої форми. Тоді як за концентрації цитратної кислоти 0,1 М утворюються характерні дендритні агрегати. Відмінність у характері морфології поверхні плівок ПАН на ПЕТФ субстраті, очевидно, зумовлена хімічною природою кислоти, використаної як середовище та допувальний агент. Як відомо, ЦК містить три карбоксильні $-C(O)OH$ та одну спиртову $-OH$ групи і є добрим “організатором” утворення на поверхні субстратів високовпорядкованих та структурованих, гомогенних, адгезивних плівок ЕПП [10]. Цей метод дає змогу якісно оцінити поверхневу морфологію ПАН шарів, їхню однорідність та наявність мікроагрегатів.

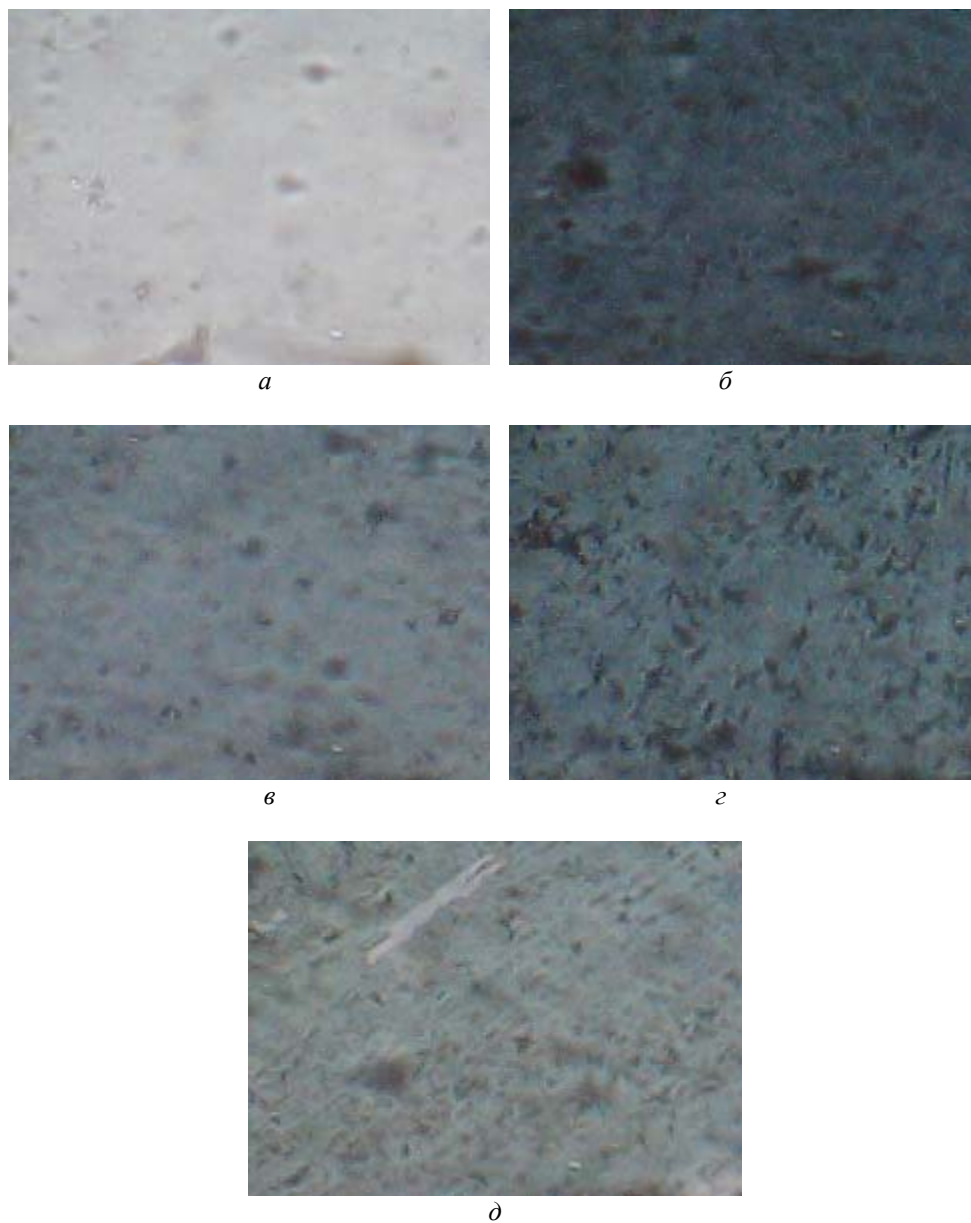


Рис. 6. Мікрофотографії поверхонь ПАН на ПЕТФ підкладці залежно від концентрації ЦК у вихідній реакційній суміші, М: *a* – підкладка з ПЕТФ, *б* – 0,1; *в* – 0,5; *г* – 1,0; *д* – 2,0.
Концентрація Ан – 0,1 М × 320

Гідроксильні та карбоксильні групи ЦК можуть утворювати водневі зв'язки з атомами Нітрогену як аніліну, так і макромолекулярного ланцюга ПАН, що росте. Молекули ЦК в умовах синтезу сприяють формуванню плівок на поверхні ПЕТФ підкладки. За цих умов відбувається утворення делокалізованих по поверхні ПЕТФ підкладки мікроструктурованих агрегатів ПАН різної форми (округлих дендритів, дротиків тощо). Плівки ПАН після синтезу (нанесення) головно темно-зеленого кольору. Таке забарвлення є ознакою того, що ПАН перебуває в формі емеральдинової солі. Після дедопування в розчині NaOH плівки змінюють забарвлення на фіолетове. Після повторного допування забарвлення плівок стає знову темно зеленим. Інтенсивність забарвлення залежить також від морфології поверхні поліанілінових плівок. Гладкі плівки мають зелене забарвлення, тоді як плівки із розвинутою поверхнею стають темнішими завдяки інтенсивнішому поглинанню світла.

Модифікація плівок поліетилентерефталату *in situ* плівками поліаніліну в процесі хімічної окиснювальної поліконденсації аніліну в середовищі цитратної кислоти приводить до утворення на поверхні підкладок однорідних, щільних та адгезивних допованих плівок поліаніліну. Отримані плівки мають оборотні оптичні властивості, що зумовлено властивими різним формам поліаніліну переходами від допованого до дедопованого та повторно допованого стану. Інтенсивність характеристичних смуг УФ-В спектрів залежить від вихідних концентрацій аніліну та концентрації цитратної кислоти в реакційній суміші. ІЧ-ФП спектральний аналіз засвідчує, що зростання концентрації аніліну за сталої концентрації цитратної кислоти та зростання концентрації кислоти за сталої концентрації аніліну приводить до деякого зростання інтенсивності характеристичних для поліаніліну піків при ~ 1576 та ~ 1492 cm^{-1} , що, як і у випадку зростання інтенсивності характеристичних смуг поглинання електронних спектрів, є ознакою зростання товщини плівки поліаніліну зі зростанням концентрації аніліну в реакційній суміші. Морфологія плівок поліаніліну на поверхні поліетилентерефталату є одноріднішою за малих концентрацій як аніліну, так і цитратної кислоти.

1. Malinauskas A. Chemical deposition of conducting polymers // Polymer. 2001. Vol. 42. Is. 9. P. 3957–3972.
2. Яцишин М., Лиходід А. Поліанілін. Модифікація поверхонь матеріалів та застосування // Вісник Львів. ун-ту. Сер. хім. 2009. Вип. 50. С. 324–329.
3. Xia Y., Lu Y. Fabrication and properties of conductive conjugated polymers/silk fibroin composite fibers // Composit. Sci. Technol. 2008. Vol. 68. P. 1471–1479.
4. Khalid M., Mohammad F. Preparation, FTIR spectroscopic characterization and isothermal stability of differently doped fibrous conducting polymers based on polyaniline and nylon-6,6 // Synth. Met. 2009. Vol. 159. P. 119–122.
5. Jin Z., Su Y., Duan Y. Development of a polyaniline-based optical ammonia sensor // Sens. Actuators B. 2001. Vol. 72. P. 75–79.
6. Roemer M., Kurzenknabe T., Oesterschulze E., Nicoloso N. Microactuators based on conducting polymers // Anal. Bioanal. Chem. 2002. Vol. 373. P. 754–757.
7. Wilson S.A., Jourdain R.P.J., Zhang Q. et al. New materials for microscale sensors and actuators. An engineering review // Mater. Sci. Engineer. R. 2007. Vol. 56. P. 1–129.

8. *Kutanis S., Karakisla M., Akbulut U., Sacėak M.* The conductive polyaniline/poly(ethyleneterephthalate) composite fabrics // *Composites. A.* 2007. Vol. 38. P. 609–614.
9. *Arenillas A., Rubiera F., Parra J.B.* et al. Surface modification of low cost carbons for their application in the environmental protection // *Appl. Surf. Sci.* 2005. Vol. 252. P. 619–624.
10. *Заставська Г.М., Костик З.В., Кунько А.С., Яцишин М.М.* Спектральні характеристики поліанілінових плівок осаджених *in situ* на поверхні плівок поліетилентерефталату // *Фізика і хімія твердого тіла: Стан, досягнення і перспективи: Матеріали II Всеукр. наук.-практ. конф. мол. вчених та студентів, 19–20 жовтня 2012 р., м. Луцьк.* Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2012. С. 65–68.
11. *Яцишин М.М., Заставська Г.М.* Плівки поліаніліну на поліетилентерефталатних підкладках // *Сучасні проблеми фізичної хімії: Матеріали VI Міжнар. конф. / Відп. ред. О.М. Шендрік; Донецький національний університет. Донецьк, 9–12 вересня 2013 р.* Донецьк, 2013. С. 163.
12. *Wallace G., Spinks G.* Conducting polymers – bridging the bionic Interface // *Soft Matter.* 2007. Vol. 3. P. 665–671.
13. *Яцишин М., Кунько А., Заставська Г., Думанчук Н.* Модифікація поверхні поліетилентерефталатного субстрату поліаніліном у водних розчинах сульфатної кислоти // *Вісник Львів. ун-ту. Серія хім.* 2013. Вип. 54, Ч. 2. С. 326–335.
14. *Gemey A.H., Mansour I.A., El-Sharkawy R.G., Zaki A.B.* Preparation and characterization of polyaniline/manganese dioxide composites via oxidative polymerization: Effect of acids // *Eur. Polym. J.* 2005. Vol. 41. P. 2575–2583.
15. *Li X., Dai N., Pan S., Wang G.* Surface modification of polyaniline using tetraethyl orthosilicate // *J. Coll. Interface Sci.* 2008. Vol. 322. P. 429–433.
16. *Яцишин М., Ковальчук С.* Поліанілін: хемічний синтез, механізм синтезу, структура і властивості, легування // *Праці НТШ.* 2008. Т. 21. С. 87–102.
17. *Neoh K.G., Teo H.W., Kang E.T., Tan K.L.* Enhancement of Growth and Adhesion of Electroactive Polymer Coatings on Polyolefin Substrates // *Langmuir.* 1998. Vol. 14. P. 2820–2826.
18. *Инфракрасная спектроскопия полимеров / Под ред. И. Деханта.* ГДР, 1972 / Пер. с нем. / Под ред. Э.Ф. Олейника. М., Химия. 1976. С. 300–305.
19. *Jadhav S.V., Puri V.* Microwave study of chemically synthesized conducting polyaniline on alumina // *Synth. Met.* 2008. Vol. 158. P. 883–887.

THE OPTICAL PROPERTIES OF THE POLYANILINE FILMS DEPOSITED CHEMICALLY ON THE POLYETHYLENE TEREPHTALATE SUBSTRATES

M. Yatsyshyn, G. Zastavs'ka, Y. Gnizdyukh

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

The modification *in situ* of polyethylene terephthalate (PET) surface by polyaniline (PAn) film deposited on the polymeric substrate under the chemical oxidation of aniline by ammonium peroxydisulfate in the aqueous solutions of citric acid (CA) has been studied by FTIR and UV-visible spectroscopy and optical microscopy methods.

It was determined that treatment of deposited PAn films by NaOH and CA solutions does not influence on the its adhesion to the PET surface. The doping-dedoping-redoping processes of PAn accompanies by change of color of its films from green to violet and to green, respectively, that confirms the formation of the different forms of PAn visually.

UV-visible spectra of PAn/PET produced samples were recorded relative to PET films with use KFK-3 photocolorimeter. It is shown that intensity of characteristic bands in the UV-visible spectra of PAn depends on the aniline and CA in the initial polymerization mixture. The results of ultraviolet-visible spectroscopy indicated that produced PAn films has reversible optical properties, which connects with the transitions between doping (redoping) and dedoping state of different PAn states under its treatment by 0.1 M NaOH and 0.5 M citric acid aqueous solutions respectively. The presence of intensive band at $\lambda \leq 400$ nm and shoulder at ~ 420 nm, which corresponds with $\pi \rightarrow \pi^*$ and polaron $\rightarrow \pi^*$ transitions, respectively, and also wide band with maximum at ~ 750 – 800 nm, which attributes to $\pi \rightarrow$ polaron transition, are an attributes of doped state of PAn samples synthesized on the surface of PET substrate. The characteristic band at ~ 750 – 800 nm under the dedoping shifts in the short-wave region (to 580 nm), that is explained by change of PAn state from emeraldine salt on the emeraldine base. The hypsochromic shift of the band at 580 nm to 660–670 nm takes place under the redoping of dedoped samples in the 0.5 M CA solutions.

FTIR spectra were received on the NICOLET IS 10 spectrophotometer. The shift of characteristic absorbance bands at ~ 1576 and ~ 1492 cm^{-1} , which corresponds to vibrations of quinoid and benzenoid rings, in FTIR spectra of the synthesized sample has been detected under the increasing of An and CA concentration in the initial polymerization mixture. Such effect indicates weak interphacial interaction between PAn macromolecules and surface of PET substrate.

Optical images of samples surface on the MP 3 microscope were fixed by web-camera and recorded on the personal computer. It is determined that formed films contain delocalized microparticles of PAn on the background of its thin films which are adhered to the surface of PET substrate.

Key words: aniline, polyaniline, polyethylene terephthalate, surface modification, structure, morphology.

ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛЕНОК ПОЛИАНИЛИНА ХИМИЧЕСКИ ОСАЖДЕННЫХ НА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТНЫЕ ПОДКЛАДКИ

М. Яцишин, Г. Заставская, Ю. Гніздюх

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко,
ул. Кирилла и Мефодия, 6, 79005 Львов, Украина,
e-mail: m_yatsyshyn@franko.lviv.ua*

Модификация пленок полиэтилентерефталата *in situ* пленками полианилина в процессе химической окислительной поликонденсации анилина в среде цитратной кислоты приводит к образованию на поверхности подкладок однородных, плотных та адгезионных допированных пленок полианилина. Полученные пленки обладают обратимыми оптическими свойствами, что обусловлено свойственными для различных форм полианилина переходами от допированного до дедопированного и повторно допированного состояния. Интенсивность характеристических

полос УФ-В спектров зависит от исходных концентраций анилина и концентрации цитратной кислоты в реакционной смеси. ИЧ-ФП спектральный анализ показывает, что повышение концентрации анилина за постоянной концентрации цитратной кислоты, а также повышение концентрации кислоты при постоянной концентрации анилина приводит к некоторому увеличению интенсивности характеристических для полианилина пиков при ~ 1576 и $\sim 1492 \text{ см}^{-1}$, что, как и в случае увеличения интенсивности характеристических полос поглощения электронных спектров, является признаком увеличения толщины пленки полианилина при увеличении концентрации анилина в реакционной смеси. Некоторое смещение характеристических для полианилина пиков свидетельствует о межфазовом взаимодействии макромолекул полианилина с поверхностью подкладки. Морфология пленок полианилина на поверхности полиэтилентерефталата является более однородной за низких концентраций как анилина, так и цитратной кислоты.

Ключевые слова: анилин, полианилин, полиэтилентерефталат, модификация, структура, морфология, поверхность, межфазовое взаимодействие.

Стаття надійшла до редколегії 21.10.2013

Прийнята до друку 19.12.2013