

CHEMICAL TECHNOLOGIES AND ENGINEERINGDOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-79-2-2.8>**МОРФОЛОГІЯ НАНОПЛІВОК ПОЛІАНІЛІН ЦИТРАТУ,
ОСАДЖЕНИХ IN SITU НА ПОЛІМЕРНІ СУБСТРАТИ****Стеців С. В.**

*кандидат технічних наук,
викладач кафедри ракетних військ
Національної академії сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного*

Бондаренко С. В.

*кандидат технічних наук,
професор кафедри ракетно-артилерійського озброєння
Національної академії сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного*

Нагачевський В. Й.

*кандидат технічних наук,
професор кафедри інженерної техніки
Національної академії сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного
м. Львів, Україна*

Одним із основних завдань синтезу поліаніліну (ПАН) є отримання нанорозмірних структур з великою питомою поверхнею. Такі матеріали, завдяки їхнім властивостям, серед яких висока оборотність переходів відновлена форма ↔ окиснена форма, швидкий відклик на зміну рН середовища, потенціалу тощо, мають велику перспективу для застосувань у сучасних нанотехнологіях [1–3].

Осадження плівок ПАН на полімерних субстратах з поліетилену (ПЕ) та поліетилентерефталату (ПЕТ) проводили шляхом окиснення 0,05 М аніліну (АН) *in situ* (NH₄)₂S₂O₈ у водному розчині 0,5 М цитратної кислоти (ЦК). Морфологію поверхні зразків досліджували методом скануючої електронної (СЕМ, скануючий електронний мікроскоп ZEISS EVO 40XVP, FEI NovaNanoSEM 230 FE-SEM та PEMMA-102-02) та атомно-силової (АСМ, скануючий зондовий мікроскоп MFP-3D, Asylum Research) мікроскопій. Сканування поверхні

проводили в контактному режимі роботи атомно-силового мікроскопа. Отримані АСМ-зображення опрацьовано за допомогою програмного модуля Gwiddion 2.49.

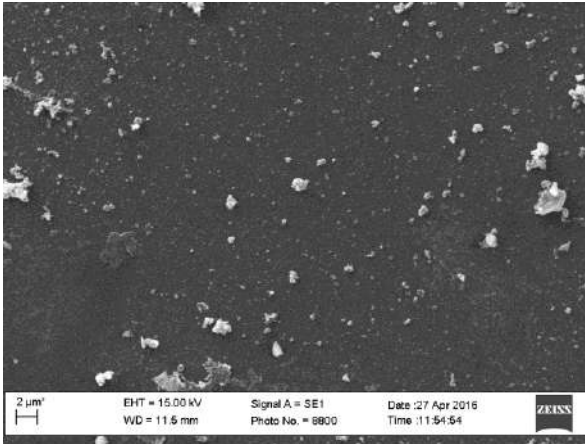


Рис. 1. СЕМ зображення поверхні плівки ПАН на ПЕ

Аналіз СЕМ зображень синтезованих плівок ПАН показує, що морфологія плівок має найбільш типовий для ПАН гранулярний характер. Як видно з рис. 1, плівки ПАН є практично гладкими з делокалізованими наноагрегатами макромолекул сферичної форми з розміром $\sim 0,5\text{--}2$ мкм. Дослідження зміни морфології плівок ПАН залежно від часу полімеризації аніліну показало, що зі збільшенням часу витримання зразків полімерних субстратів у полімеризаційному розчині зростає кількість і розмір агрегатів макромолекул ПАН на поверхні матриць.

За результатами атомно-силової мікроскопії поверхні субстратів встановлено, що ПЕ та ПЕТ плівки відрізняються топологією поверхні. Зокрема, поверхня ПЕТ має гладку поверхню з плавною зміною рельєфу, тоді як субстрат з ПЕ є більш нерівномірним. На рис. 2, б представлено горизонтальний переріз плівки ПЕ. Відповідний переріз позначений лінією 1 на 2D зображенні плівки ПЕ (рис. 2, а).

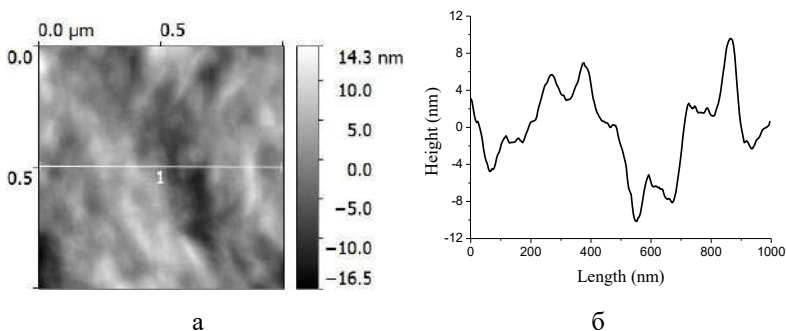


Рис. 2. 2D АСМ зображення плівки ПЕ (а) та профіль уздовж лінії 1 (б), відповідно

Як видно з рис. 2, для рельєфу плівки ПЕ уздовж лінії 1 характерні нерівності з різними перепадами висот, зокрема висота перерізу становить ~ 20 нм, тоді як топологія поверхні плівки ПЕТ практично однорідна і характеризується незначним перепадом висот ~ 3 нм.

Із використанням програмного забезпечення за результатами атомно-силової мікроскопії розраховано основні характеристики поверхні досліджуваних зразків, а саме: середня арифметична шорсткість (Sa), асиметрія (Ssk), ексцес (Sku), результати занесено до таблиці.

Таблиця

Характеристики поверхні ПАН

Плівка	Sa , нм	Ssk	Sku
ПЕ	3.565	-0.322	0.014
ПАН/ПЕ	6.264	0.502	1.33
ПЕТ	0.653	0.205	0.212
ПАН/ПЕТ	11.640	1.650	5.190

З аналізу отриманих результатів встановлено вплив поверхонь субстратів на топологію осаджених плівок поліаніліну, зокрема розвиненіша морфологія ПАН утворюється на гладкішому субстраті. Таким чином, утворення пористішої плівки ПАН і, відповідно, збільшення площі поверхні можуть сприяти покращенню сенсорних властивостей ПАН, а саме збільшення чутливості та швидкості відклику на аналіт, внаслідок кращого проникнення молекул аналіту всередину шару ПАН.

Література:

1. Shkirskaia S., Kolechko M., Kononenko N. Sensor properties of materials based on fluoride polymer F-4SF films modified by polyaniline / *Curr. Appl. Phys.* – 2015. – Vol. 15. – P. 1587–1592.
2. Mello H., Mulato M. Optochemical sensors using electrodeposited polyaniline films:Electrical bias enhancement of reflectance response // *Sensor. Actuat. B-Chem.* – 2015. – Vol. 213. – P. 195–201.
3. Wu W., Pan D., Li Y. et al. Facile fabrication of polyaniline nanotubes using the self-assembly behavior based on the hydrogen bonding: a mechanistic study and application in high-performance electrochemical supercapacitor electrode // *Electrochim. Acta.* – 2015. – Vol. 152. – P. 126–134.