

УДК 621.38.001.66(031)

**СТРУМОПРОВІДНІ ОРГАНІЧНІ ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**

к.т.н. Л.І. Панов, А.В. Іваніщев

Одеський національний політехнічний університет

Україна, м. Одеса

**CONDUCTIBLE ORGANIC POLYMERIC MATERIALS FOR RADIO
ELECTRONICS**

d.ph. L.I. Panov, A.V. Ivanishchev

Odesa National Polytechnic University, Ukraine, Odesa

Розглянуто питання про хімічні та електрохімічні методи синтезу, використання каталізаторів як альтернативу хімічному синтезу, властивості струмопровідних полімерів.

Ключові слова: *синтез, полімери, провідники, структура.*

Considered chemical and electrochemical synthesis methods, use of catalysts as an alternative to chemical synthesis, and properties of conductive polymers.

Keywords: *synthesis, polymers, conductors, structure.*

Електропровідні полімери є новим класом матеріалів, які з'явилися порівняно недавно. Останнім часом цей напрямок полімерної хімії стрімко розвивається. Використання полімерних матеріалів у якості носіїв електропровідних наповнювачів відомо вже давно. Традиційні електропровідні полімерні матеріали представляють собою композиції на основі різноманітних полімерів (термо- й реактопластів) і електропровідних наповнювачів (сажа, графіт, вуглецеві, металеві та металізовані волокна, металева пудра),

застосовуються в антистатичних виробках, електромагнітних захисних покриттях, високоомних резисторах, електричних неметалевих нагрівачах і струмопровідних лаках. Проте сьогодні з'явилися нові матеріали, в яких електропровідність мають вже самі макромолекули або певним чином побудовані надмолекулярні утворення, так звані «супрамолекули» - асоціати, що включають у свою структуру як органічні макромолекули, так і неорганічні іони.

Як правило, електропровідні полімери синтезують хімічним та електрохімічним способами. Електрохімічна полімеризація мономерів відбувається без додавання хімічних окисників, що не обмежується наявністю електропровідної підкладки та її розмірами. Хімічне окислення є досить простим методом отримання електропровідних полімерів, при якому використовують міцні окислювачі, такі як персульфат амонію, солі іонів трьохвалентного заліза, біхромати, перманганати в кількостях, порівнянних або багаторазово перевищуючих концентрації мономерів, які оброблюються. Отримані таким чином електропровідні полімери мають вкрай низьку розчинність у більшості відомих органічних та неорганічних розчинників і погані експлуатаційні характеристики. Для подолання цього недоліку використовують різні підходи, такі як проведення синтезу в міцелярних розчинах, міжфазову полімеризацію, нейтральні розчинні полімерні стабілізатори та полісульфоокислоти. Полісульфоокислоти, а також міцелоутворені гідрофобні сульфоокислоти та їх солі використовуються при проведенні матричного синтезу електропровідних полімерів для отримання водних дисперсій наночастинок полімерів. Іноді в якості допанта використовують ж кислоти Льюїса.

Використання каталізаторів для синтезу електропровідних полімерів є альтернативою хімічному синтезу, викликає посилений інтерес, тому що дозволяє проводити процес окисної полімеризації в екологічно чистих і

відносно м'яких умовах (у водних розчинах, при кімнатній температурі, атмосферному тиску та слабкокислих значеннях рН реакційного середовища) без утворення великої кількості токсичних побічних продуктів, дозволяє отримувати полімер, не забруднений продуктами розкладання окислювача. Таким чином, цей підхід багато в чому відповідає вимогам «зеленої» хімії.

Під структурою полімерів розуміють взаємне розташування в просторі макромолекул, що утворюють полімер. Залежно від надмолекулярної будови полімерів, обумовленої просторовим розташуванням макромолекул, розрізняють аморфні та кристалічні полімери.

Полімери кристалічної структури мають підвищену теплостійкість, високу міцність, жорсткість, щільність, низьку еластичність, здатність до деформацій, низьке поверхневе тертя, підвищену хіміостійкість та високу усадку.

Полімери аморфної структури мають однакові фізико-механічні властивості у всіх напрямках і характеризуються низькою усадкою при литті, прозорістю, середньою хіміостійкістю.

Основними параметрами, що характеризують електропровідні властивості полімерних матеріалів, є питомий об'ємний (ρ_v) і питомий поверхневий (ρ_s) опір, а також зворотні величини: питома об'ємна і поверхнева провідність σ_v , σ_s . Одиниці виміру Ом·м (Ом·см) і Ом / м (Ом / см), відповідно. Важливою характеристикою електропровідних властивостей є рухливість носіїв заряду μ . Величина μ в напівпровідникових полімерах зазвичай є дуже низькою 10^{-3} - 10^{-1} см² (В·с)⁻¹ і не може бути виміряною методом ефекту Холла. У якості наповнювачів використовують технічний вуглець (сажу), графіт, дрібнодисперсні частинки металів або їх оксидів. Органічні напівпровідники зазвичай характеризуються магнітною проникністю, властивою для парамагнітних речовин.

Метою багатьох практичних розроблень на основі провідних полімерів була комбінація їх електричних і оптичних властивостей напівпровідника або металу з механічними властивостями (легкість і пластичність), із перевагами, пов'язаними з більш простою технологією приготування (низька температура приготування і як результат - більш дешева сировина). Іншою важливою особливістю є здатність полімерів змінювати свої властивості при зміні рівня легування. Все це спонукає чимало електронних фірм вкладати кошти у відповідні розробки.

Нині струмопровідні полімери знайшли практичне застосування у виробництві акумуляторних батарей, полімерних струмопровідних плівок в оптично керованих приладах, сенсорних приладів, побутової техніки, адитивних друкованих плат. Також розроблені підсвічені дорожні знаки, плоскі дисплеї в різних приладах. Найближчим часом, мабуть, стануть реальністю плоскі ТБ екрани на основі полімерних LED, внутрішні стіни приміщень, що світяться білим світлом, і багато іншого.

Синтез і вивчення нових струмопровідних полімерних сполук - порівняно молодий і прогресивний напрямок досліджень, що перебуває на стику різних галузей хімії (координаційна хімія, електрохімія, органічна хімія, каталіз, хімія твердого тіла) та фізики (теорія провідності, фізика твердого тіла, оптика). Сучасний стан даного наукового напрямку можна охарактеризувати як період інтенсивного накопичення інформації про нові полімерні матеріали, їх властивості та способи застосування, період створення модельних пристроїв. У результаті цих пошуків синтезовано велику кількість органічних провідників і надпровідників. Назвемо деякі надпровідники: надпровідний полімер $(SN)_n$ з критичною температурою $T_c = 1$ К (квазіодномірний надпровідник), двовимірні органічні надпровідники, наприклад, тетраметил-тетраселенофульвалену-гексафторфосфату типу $(TMTSF)_2(PF)_6$ з $T_c = 1,2$ К.

Головний недолік сучасних органічних напівпровідників - проведення тільки позитивних зарядів, так званих дірок (рухомі місця, де відсутні електрони). В останнє десятиліття було отримано кілька органічних матеріалів, здатних проводити тільки електрони. Але створення робочого органічного електричного кола має на увазі ретельне покриття одного матеріалу іншим (з дірковою та електронною провідністю).

Отже, подальший розвиток хімії струмопровідних полімерних матеріалів призведе до появи на їх основі принципово нових промислових електронних та оптоелектронних систем. А сполучення таких полімерних композитів із технологією поверхневого монтажу РЕА відкриває нові широкі перспективи створення адитивної полімерної технології виробництва друкованих плат, електронних компонентів, сучасної вітчизняної конкурентоспроможної електронної апаратури, може стати основою п'ятої революції в електроніці.

Література

1. Shirakawa H., Louis E.J., MacDiarmid A.G. *Synthesis of Electrically Conducting Organic Polymers: Halogen Derivatives of Polyacetylene, (CHX)* // *J. Chem. Soc., Chem. Comm.* 1977. № 16. - P. 578-580.
2. http://femto.com.ua/articles/part_2/2659.html *Органические сверхпроводники.*
3. Оджаев В.Б., Попок В.Н., Азарко И.И.. *Физика электропроводящих полимеров.* Мн. БГУ, 2000.
4. Грачев А.О., Лега Ю.Г., Мельник А.А., Панов Л.І. *Конструювання і виробництво електронної апаратури на основі поверхневого монтажу: навч. посіб.- Черкаси, ЧДТУ, 2011.- 495 с.*
5. *Charge Transfer in Polymeric Systems* // *Faraday Discussions of the Chemical Society.* 1989. Vol. 88.