

СИНТЕЗ ТА ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОЛІМЕРНИХ ГЕЛІВ, ЩО МІСТЯТЬ НАНОЧАСТИНКИ ЦИНК ОКСИДУ

Зінченко О.В., Гресь О.В., Толстов О.Л.

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, tolstov@nas.gov.ua

Композитні полімерні гелі, що мають у своєму складі оптично активні неорганічні компоненти та полімерну матрицю, хімічна структура якої може змінювати окремі властивості під дією зовнішніх факторів мають широкі перспективи практичного використання у сучасній науці та технології. Аналогічні матеріали активно використовуються при виготовленні детекторів небезпечних сполук, оптично активних шарів у високоточній оптиці, багатошарових органо-неорганічних напівпровідникових систем тощо. Одним з перспективних неорганічних матеріалів, інтерес до якого має наукова спільнота протягом кількох десятиліть, є цинк оксид. Впливаючи на рівень впорядкованості кристалічної структури цинк оксиду та природу його поверхні можна забезпечити матеріалам на основі ZnO високий рівень поглинання УФ-випромінювання, фотоактивність, люмінесцентні характеристики.

В роботі наночастинки активного наповнювача – цинк оксиду було синтезовано сольвотермальним методом шляхом сольволізу прекурсорів – солей цинку, як цинк ацетату $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ та метакрилату $\text{Zn}(\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO})_2$ в середовищі етан-1,2-діолу за наявності полімерного стабілізатору (верхній індекс відображає вміст ZnO в мг/см^3). Даним методом отримані наночастинки ZnO розміром ~ 20 нм з високими УФ-абсорбційними характеристикою та інтенсивною люмінесценцією з максимумом при 509 нм ($\lambda_{\text{ex}} = 365$ нм). За даними УФ-вид спектроскопії встановлено, що ZnO на основі $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ має високий рівень поглинання в діапазоні $\lambda < 380$ нм, тоді як наночастинки, одержані з $\text{Zn}(\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO})_2$, мають широкий спектр поглинання з задовільними УФ-абсорбційними властивостями, а також показником поглинання на рівні 0,1-0,2 в діапазоні довжин хвиль 370-420 нм (рис. 1).

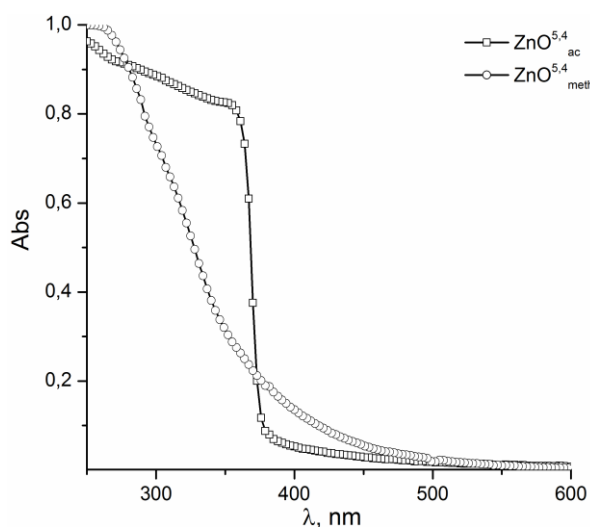


Рис. 1. Спектри поглинання наночастинок ZnO, одержаних з різних прекурсорів: $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ (ZnO_{ac}) та $\text{Zn}(\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO})_2$ (ZnO_{meth})

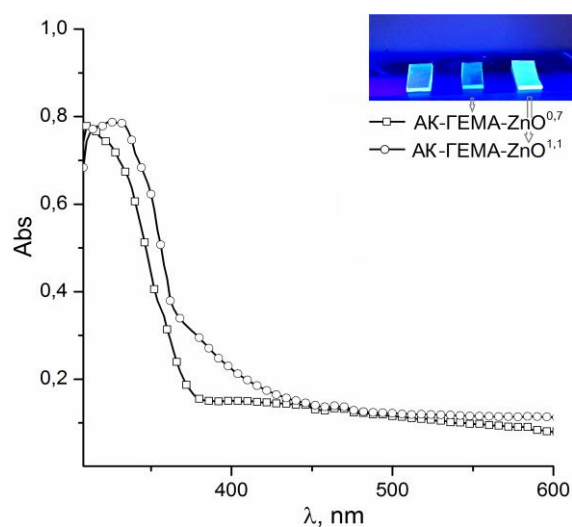


Рис. 2. Спектри поглинання композитних полімерних гелів з іммобілізованими наночастинами ZnO_{meth} (у вставці продемонстровані люмінесцентні властивості композитів; зразок зліва – вихідна матриця АК-ГЕМА під УФ випромінюванням)

В подальшій роботі для формування композитних полімерних гелів було використано нанонаповнювач ZnO_{meth} . По-перше, даний наповнювач має абсорбційні властивості в більш широкому діапазоні випромінювання. Інша причина зумовлена модифікуванням поверхні залишками метакрилової кислоти, що надає активному неорганічному наповнювачу реакційну здатність в процесі утворення полімерної матриці шляхом фото-ініційованої полімеризації.

Як полімерну матрицю було використано кополімер акрилової кислоти (АК) та 2-гідроксиетилметакрилата (ГЕМА), одержаний при молярному співвідношенні 3/5. Процес полімеризації проводили за наявності в реакційній системі золю ZnO_{meth} . Склад полімерної матриці було підібрано з метою можливого регулювання ліофільних властивостей композиту шляхом катіонного обміну та зміни рН сорбату. УФ-абсорбційні властивості (а саме задовільний рівень поглинання випромінювання УФ- та видимого діапазонів спектру), люмінесцентні характеристики одержаних композитних гелів (рис. 2) та рН-чутливість полімерної матриці, демонструють широкі можливості створення на їх основі сенсорних матеріалів з різним механізмом чутливості до зовнішніх дій.

ФОТОПОЛІМЕРИЗАЦІЙНІ АКРИЛАТНІ КОМПОЗИЦІЇ, ЩО МІСТЯТЬ ВОЛОКНА СРІБЛА

Зінченко О.В., Єжова В.Д., Толстов О.Л.

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, tolstov@nas.gov.ua

Полімерні композиційні матеріали, чутливі до зовнішніх дій, мають широке коло сучасного застосування – як електро- та оптично активні матеріали, засоби доставки біологічно активних сполук та інші високотехнологічні композити. До таких матеріалів відносяться полімерні гідрогелі, хімічною будовою полімерної матриці яких можна регулювати проникність, оптичні характеристики, провідність, а додаткове введення активного наповнювача, шляхом іммобілізації в поверхневому шарі або диспергуванням в об'ємі полімерної матриці може надати таким матеріалам широкий спектр інших властивостей. Зокрема введення високодисперсного срібла надає полімерним композитам біологічну активність, високу електричну та теплопровідність, унікальні оптичні характеристик, що може використовуватись при виготовленні високотехнологічних багатоцільових матеріалів для електроніки, сенсорики, в медицині та фармацевтиці. Додаткове застосування принципів структурного модифікування здатне покращити механічні властивості таких матеріалів та їх інші корисні властивості.

В роботі було одержано високо гідрофільні полімерні композити на основі суміші 2-гідроксиетилметакрилата (ГЕМА) та акрилової кислоти (АК) та анізотропного наповнювача на основі металічного срібла. Синтез наповнювача – мікрОВОЛОКОН срібла (AgMW) (рис. 1) проводили сольвотермальним методом з використанням розчинника етан-1,2-діолу як середовища та відновника. Як структурні модифікатори використовувалися розчини полі(N-вінілпіролідон)у та CuCl_2 [1]. Обрання певного співвідношення між складовими забезпечує формування волокон срібла з середнім діаметром ~ 2 мкм та довжиною ~ 100 мкм. В отриману таким чином дисперсію AgMW вводили суміш мономерів та фотоініціатор та проводили полімеризацію під дією УФ-опромінення з $\lambda_{\text{макс}} = 365$ нм та питомою енергією $3,4$ мВт/см². Для видалення залишкових мономерів отримані плівкові матеріали піддавали термічній обробці. Даний спосіб дозволяє отримати композити з рівномірним розподілом високоструктурованого наповнювача в матриці полімеру.

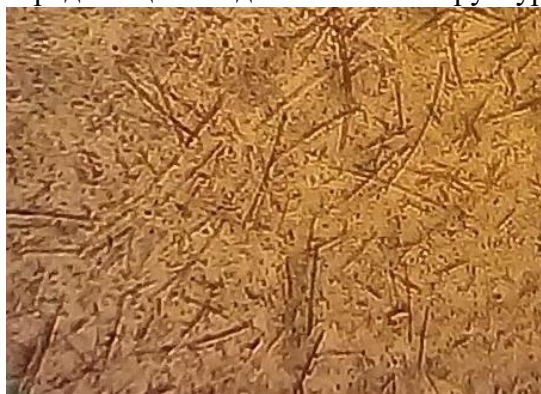


Рис. 1. Оптична мікрофотографія анізотропного металічного срібла

Отримані композиційні матеріали мають широкі перспективи практичного застосування завдяки комбінації високої провідності металічного наповнювача та високій гідрофільності матриці, сорбція якою молекул води, інших полярних сорбатів суттєво впливає на специфічні характеристики матеріалів.

1. Xue Q., Yao W., Liu J., Tian Q., Liu L., Li M., Lu Q., Peng R., Wu W. Facile synthesis of silver nanowires with different aspect ratios and used as high-performance flexible transparent electrodes // *Nanoscale Research Letters*. – 2017. – Vol. 12. – P. 480 (1-12).