

у полімерній системі спостерігається при будь-яких концентраціях дисперсної осілки частинки перебувають у пружному середовищі – полімерній матриці.

Релаксацийний ϕ -процес характеризується відповідним дискретним часом релаксації, займає положення між часом хімічної релаксації та часами λ -релаксації у дискретному пері часів релаксації полімеру.

Література:

1. Бартенев Г.М., Зеленев Ю.В. Курс физики полимеров. Л.: Химия, 1976. – 284с.
2. Бартенев Г.М. Структура и релаксационные свойства эластомеров. М.: Химия, 1979. – 288 с.
3. Shut M.I., Rokitskiy M.A., Shut A.M., Rokitskaya G.V. Determination of relaxation characteristics complex for penton – AgI matrix – disperse system // Functional Materials. – 2013. – Vol. 20, № 2. – С.221-226.
4. Шут М.І., Рокицька Г.В., Рокицький М.О., Левандовський В.В., Оранська О.І. Рентгенографічні дослідження матрично-дисперсної системи на основі пентапласту та нідриду срібла // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фізико-математичні науки, Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова. – 2011. – № 12. – С. 6-12.
5. Бартенев Г.М. Релаксационный ϕ -переход в наполненных полимерах и молекулярная подвижность частиц активного наполнителя // Высокомолекулярные соединения. – 1982. – Т. XXIV, № 9. – С. 1836-1841.

FEATURES OF TEMPERATURE DEPENDENCES OF INNER FRICTION OF POLYMER COMPOSITES OF PENTON – AgI AND PENTON - CNT SYSTEMS

Rokytska H., Shut A., Rozanovych V., Rokytskyi M., Shut M.

Abstract. *In this research the analysis of temperature dependences of angle of mechanical losses ($\text{tg}\delta=f(T)$) of polymer composites of systems penton - AgI and penton - CNT, whose shape is caused by structure-active silver iodide and CNT particles occurrence, in glass transition temperature range, have been carried out. It has been shown that method of free rotational oscillations can be used also to polymer composite materials which includes polymers able to crystallization, namely, high-molecular polyesters and disperse fillers.*

Keywords: polymer, relaxation, glass transition.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОТРИМАННЯ НАНОДРОТІВ ВТМ-НАНОЧАСТИНКИ ЗОЛОТА

Касіяненко В.Х., Бурдейний В.М.

Вінницький національний технічний університет, Україна, Вінниця, Хмельницьке шосе, 95

Анотація. Досліджено і проаналізовано спектри поглинання Au-НМ оптичними методами. Залежність оптичної густини від довжини хвилі в довгохвильовій частині спектру показує наявність стабільного максимуму, що відповідає 530 нм. Також досліджено вплив співвідношення концентрацій відновника і відновлювальних іонів золота.

Ключові слова: синтез, хімічна активність, металеві колоїди, спектри поглинання, оптична густина, наночастинка.

Специфічні властивості наноматеріалів забезпечують широкі можливості для створення продуктів з новими властивостями і призначеннями: ефективних каталізаторів, сенсорних систем, препаратів з високою біологічною активністю, для використання у медицині, біотехнологічних процесах та сільському господарстві [1]. Успіхи в науковому дослідженні

та використанні наночастинок металів (НМ) значно залежать від можливостей методів синтезу – від того, чи дає змогу вибраний метод отримувати НМ, які задовольняють вимоги конкретного наукового чи практичного завдання нанотехнологій [2]. Однією з основних особливостей НМ є хімічна активність, зумовлена їхньою підвищеною здатністю до іонного чи атомного обміну, адсорбції на різноманітних поверхнях, до утворення поверхневих зв'язків з іншими адсорбувальними частинками та ін. [3]. Висока реакційна здатність НМ спричиняє їхню нестабільність [4], тому важливою проблемою є синтез НМ заданого розміру, які протягом достатньо тривалого часу зберігають високу хімічну або біологічну активність [5].

У разі хімічного синтезу НМ використовують різноманітні варіанти, що відрізняються типом відновника і системи, у якій відбувається процес [6]. На кінетику утворення і ріст НМ, а відповідно, і дисперсність, впливає природа й концентрація відновника. Зменшення середніх розмірів НМ сприяє зниженню концентрації речовин, які реагують, і температури розчину, уведення в нього комплексоутворювальних реагентів або поверхневоактивних речовин [7]. Процес формування металевих колоїдів зазвичай проводять за гранично допустимі концентрації відновника, що забезпечує високу швидкість відновлення іонів металів і стабільність колоїдних НМ, які утворилися [8]. Аналіз літературних джерел засвідчив [5], що стабільність НМ у часі можна оцінювати різними методами. Візуальне спостереження за системою, у якому фіксують зміну забарвлення системи чи утворення у ній осаду, дає попередні й загальні закономірності відносної седиментаційної стійкості досліджуваної дисперсії.

Для Au-НМ колір систем змінюється від світло-рожевого до темно-вишневого.

До надійних інструментальних методів належить оптичний метод, який ґрунтується на вимірюванні спектра поглинання. Аналізуючи спектри, можна передбачити можливість коагуляції в разі виникнення додаткової смуги поглинання на графіку залежності оптичної густини від довжини хвилі чи нового максимуму в довгохвильовій частині спектра.

Збереження подібного профілю оптичних спектрів Au-НМ принаймі протягом місяця, дало змогу зробити висновок про стабільність отриманих дисперсних систем, у разі зберігання за $+8^{\circ}\text{C}$ [9].

Зважаючи на проведений аналіз літературних даних, було розроблено методику синтезу наночастинок золота, враховуючи дані найбільш перспективних методик. Досліджено вплив співвідношення концентрацій відновника і відновлювальних іонів золота на кінцеві характеристики одержуваних дисперсійних систем. Гідрозолі золота отримані осадженням золото хлористоводневої кислоти цитратом натрію. У заданий об'єм розчину $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ і HAuCl_4 становили: 1) 1:1, 2) 3:1, відповідно.

Додатково проводилися експерименти з синтезу золотих гідрозолей з використанням як відновника, поряд з цитратом натрію таніну. Колоїдні розчини золота були досліджені методами спектрофотометрії. На графіках залежності оптичної щільності колоїдних розчинів золота, отриманих у різних умовах, від довжини хвилі спостерігається смуга з максимумом 530 нм (крім першої кривої), яка відповідає плазмонному поглинанню частинок золотого розміром 15-20 нм. Зростання інтенсивності поглинання при зміні співвідношення концентрацій відновника і відновлювальних іонів і підвищення температури синтезу, що веде супроводжується зсувом смуги, вказує на збільшення ефективності процесу відновлення і підвищення концентрації наночастинок золота зазначеного розміру.

Таким чином, відтворюваність оптичних спектрів колоїдних розчинів золота в зберіганні дозволяє зробити висновок про стабільність одержуваних нанодисперсних систем, що, в свою чергу, відкриває можливість оптимального підбору параметрів приготування розчинів для рівномірного покриття поверхні рослинних вірусів наночастинками золота.

На базі проведених досліджень для отримання нанодротів було розроблено новий метод синтезу, який складається з приготування стокових розчинів джерела металу і відновника і процедури відновлення золота за декілька циклів послідовного змішування

зчинів у присутності очищеного і модифікованого ВТМ. Як джерело металу найбільш тимчасовим виявилось використання золотого хлористоводневої кислоти HAuCl_4 або тетрахлороаурата калію KAuCl_4 , як відновника – боргідріда натрію NaBH_4 або диметиламіна бора. Методика розроблена з використанням цитратного методу отримання наночастинок золота та включає в себе наступні етапи: приготування стокового розчину $\text{KAuCl}_4(\text{HAuCl}_4)$, виготовлення 1%-го розчину $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ та отримання колоїдного золотого розчину додаванням киплячого розчину тетрахлороаурату калію розчину цитрату натрію у співвідношенні: 20 мл 1 м $\text{KAuCl}_4(\text{HAuCl}_4)$ + 2 мл 1%-го $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ у декілька етапів та перемішуванням до появи червоного кольору. Спектрофотометричні дослідження отриманого розчину показали поверхневий плазмонний резонанс золотих наночастинок поблизу довжини хвилі 220 нм, що відповідає розмірам часток 15-20 нм. Вибір процедури відновлення золотого розчину в декілька етапів обумовлено тим, що зазвичай вірусні частинки інкубують з $\text{HAuCl}_4(\text{KAuCl}_4)$ протягом 30 хв до трьох годин, розраховуючи, що за цей час аніони $[\text{AuCl}_4]$ розташуються біля негативно заряджених амінокислот на поверхні вібріона, а потім проводять відновлення золотого розчину додаванням боргідріда натрію (диметиламіна бора). Однак враховуючи той факт, що механізм утворення нанодропів складається з процесу поступової само збірки наночастинок золота на поверхні вірусу тютюнової мозаїки дякуючи появі різниці потенціалів, відновлення золотого розчину за декілька циклів (оптимальна кількість 5-7 циклів) дозволило не тільки скоротити час інкубації вібріонів до 7-12 хв на один цикл, але й уникнути біоіндукованого відновлення золотого розчину (ще до додавання відновника), та, як наслідок, формування наночастинок більших розмірів.

Література

1. Kemp M.M., Kumar A., Mousa S. et al. Synthesis of gold and silver nanoparticles stabilized with glycosaminoglycans having distinctive biological activities // *J. Biomacromolecules*. 2009. P. 589-895.
2. Chattopadhyay D.P., Patel B.H. Improvement in physical and dyeing properties of neutral dyes through pre-treatment with silver nanoparticles // *Indian J. Fibre Textile Res.* 2009. Vol. 34. P. 328-373.
3. Vu L.V., Long N.N., Doanh S.C., Trung B.Q. Preparation of silver nanoparticles by pulse electrochemical method and studying their characteristics // *J. Phys.: Conference Series*. 2009. Vol. 187. P.1-9.
4. Guzman M.G., Dille J., Godet S. Synthesis of silver nanoparticles by chemical method and their antibacterial activity // *J. World Acad. Sci., Technol.*, 2008. Vol.43.P.357-364
5. Sun X.P., Zhang Z.L., Zhang B.L. et al. Preparation of gold nanoparticles protected with polyvinyl alcohol electrolyte // *Chin. Chem. Lett.*, 2003. Vol.14.P.866-869
6. Вегера А.В., Зимон А.Д. Синтез и физико-химические свойства наночастиц серебра, стабилизированных желатином // *Журн. Прикл. Химии*. 2006. Т.79. №9. С. 1419-1422.
7. Xu J., Han X., Liu H., Hu Y. Synthesis of monodisperse gold nanoparticles stabilized by polyvinyl alcohol surfactant in reverse micelles // *Dispersion Sci/ Technol*. 2003. Vol.264.P.866-869.
8. Зимон А.Д., Вегера А.В., Павлов А.Н. Особенности коллоидно-химических свойств наночастиц // *труды XII Междунар. научн. конф. М.: МГУТУ, 2006. Е.3. С.473-476.*
9. Н. Стасюк, Р. Серкіз, Г.Гайда та ін. Синтез та характеристика золотих і срібних наночастинок для іммобілізації рекомбінантної аргінази // *Вісник Львівського університету. Хімічна*. 2011 Випуск 52. С. 261-267.

WORKING OUT OF METHOD TO PRODUCE NANOWIRES FROM TMV GOLD NANOPARTICLES

Kasiyanenko V.Kh., Burdeynyy V.M.

Abstract. By applying the optical methods the absorption spectrums of Au-MN have been studied. Analyze of received experimental data related to the optical density dependence on wavelength allows to prove that the optical density has got the stable and reproducible maximum at 530nm. Beside it the role of relation between reducing agent and recovered gold concentrations was investigated.

Keywords: synthesis, chemical activity, absorption spectrums, optical density, nanoparticles

ФОРМУВАННЯ НАНОРОЗМІРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ У ВИСОКОЕНТРОПІЙНОМУ СПЛАВІ AlCuCrCoNiFe ЗА УМОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО УДАРНОГО ОБРОБЛЕННЯ

**Мордюк Б.М., Волосевич П.Ю., Прокопенко Г.І.,
Макаренко С.Ю., Піскун Н.О.**

Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, 03142 м. Київ, бульв. Акад. Вернадського, 36, Україна, prokop@imp.kiev.ua, mordyuk@imp.kiev.ua

Анотація. Проведено ультразвукове ударне оброблення (УЗУО) зразків екіатомного високоентропійного сплаву AlCuCrCoNiFe за кімнатної температури. Аналіз мікроструктури в їх поверхневих шарах виконано методом трансмісійної електронної мікроскопії. Показано, що за умов багатократного ударного навантаження при УЗУО деформація спричиняє структурні перебудови переважно у ГЦК фазі, викликаючи появу деформаційних двійників, підвищення густини дислокацій та формування розорієнтованих комірчастих структур з розміром комірок 50-200 нм. Пластинчасті зерна ОЦК фази зазнають менших деформаційних ефектів через підвищену твердість, характеризуються появою нанорозмірних (10-30 нм) виділень.

Ключові слова: високоентропійні сплави, ультразвукове ударне оброблення, двійникуванням, дислокації, комірчаста структура, нанорозмірні виділення.

Впродовж останніх 10-15 років підвищену увагу фахівців привертають так звані високоентропійні сплави (ВЕС), які містять від 5 головних елементів в екіатомному співвідношенні або при відхиленні від нього в межах 5-35% і в оптимальному стані мають високі твердіми розчинами заміщення із простими кристалічними ґратками ОЦК, ГЦК, ГЦУ [1].

Переважає більшість вказаних сплавів мають після кристалізації та термообробки одинокі- чи трьох-фазний стан, який формують тверді розчини різного елементного складу. В літературі відзначаються високі механічні властивості ВЕС, як наприклад високі твердість і опір зношуванню, корозії, втомі та високотемпературному знеміцненню. Дослідження ведуться щодо отримання нових даних стосовно корозійної стійкості, дифузії, масоперенесення, а також механізмів пластичної деформації у ВЕС. Міцність і пластичність ВЕС залежить від їх фазового складу, який у тих з них, що містять алюміній, визначається його вмістом [1, 6]. Відомо, що у порівнянні з ГЦК фазою ОЦК фаза зазвичай має меншу твердість і меншу пластичність.

Метою даної роботи було дослідження особливостей мікроструктури і механічних властивостей сплаву AlCuCrCoNiFe, сформованої у поверхневому шарі після ультразвукового ударного оброблення. Зразки для досліджень вирізались із зливку ВЕС AlCuCrCoNiFe екіатомного складу, виплавленого в вакуумній індукційній печі в тиглі з стабілізованого оксиду алюмінію із використанням шихтових металів чистотою 99,9%