

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Інститут хімії високомолекулярних сполук

XIV Українська конференція з високомолекулярних сполук

Київ, 15 – 18 жовтня 2018

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ



*Національна академія наук України
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України
Українське хімічне товариство ім. Д.І. Менделєєва
Наукова рада НАН України з проблеми «Хімія і модифікація полімерів»*

*National Academy of Sciences of Ukraine
Institute of Macromolecular Chemistry of the NAS of Ukraine
D.I. Mendeleev Ukrainian Chemical Society
NASU Scientific Board on Chemistry and Modification of Polymers*

***XIV УКРАЇНСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ
З ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СПОЛУК
Київ, 15 – 18 жовтня 2018***

***XIV UKRAINIAN CONFERENCE
ON MACROMOLECULES
Kyiv, October 15 – 18, 2018***

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

BOOK OF ABSTRACTS

Організатори Organizers



**Національна академія наук України
National Academy of Sciences of Ukraine**

вул. Володимирська, 54

01601 Київ, Україна

Ел. адреса: prez@nas.gov.ua

Інтернет-сторінка: <http://www.nas.gov.ua/>



**Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України
Institute of Macromolecular Chemistry of the NAS of
Ukraine**

Харківське шосе, 48

02160 Київ, Україна

Ел. адреса: ihvsnas@i.com.ua

Інтернет-сторінка: <http://ihvs.kiev.ua/>



**Українське хімічне товариство ім. Д.І. Менделєєва
D.I. Mendeleev Ukrainian Chemical Society**

вул. Генерала Наумова 17

03164 Київ, Україна

**Наукова рада НАН України з проблеми
«Хімія і модифікація полімерів»
NASU Scientific Board on Chemistry and Modification of
Polymers**

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ ЕПОКСИДНО-СИЛОКСАНОВИХ НАНОКОМПОЗИТІВ, ОТРИМАНИХ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ ПРИ РІЗНИХ СПОСОБАХ ФОРМУВАННЯ ПОЛІМЕРНОЇ МАТРИЦІ

С.В. Жильцова¹, Н.Г. Леонова¹, Ю.П. Гомза², В.В. Клепко²

¹Донецький національний університет імені Василя Стуса
вул. 600-річчя, 21, 21021, Вінниця, Україна
sv.zhiltsova@donnu.edu.ua

²Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України
Харківське шосе, 48, 02160, Київ, Україна

Золь-гель метод широко використовується при одержанні композиційних матеріалів різного типу. Одні з розповсюджених систем, що формуються в такий спосіб, – епоксидно-силіційоксидні матеріали з різним вмістом наповнювача, а отже, структурою й експлуатаційними характеристиками. Залежно від природи реагентів, умов проведення синтезу, співвідношення компонентів системи суттєво змінюється морфологія сформованих зразків. Метою даного дослідження було проведення порівняльного аналізу структурних особливостей епоксидно-силоксанових композитів, одержаних золь-гель методом при різних способах формування епоксидної складової.

Композити формували на основі золю полісилоксанових частинок (ПСЧ) та епоксидної складової. ПСЧ синтезували золь-гель методом гідролітичною поліконденсацією тетраетоксисилану в кислому середовищі. рН системи регулювали додаванням водного розчину нітратної кислоти. Формування силоксанової складової відбувалося у присутності й за відсутності епоксидного олігомеру. Полімерну складову композитів формували катіонною полімеризацією діепоксидного олігомеру EPONEX 1510 в присутності комплексу трифториду бору з бензиламіном та ангідридним твердненням триепоксиду УП-650Т з використанням ізо-метилтетрагідрофталевого ангідриду та

амінного прискорювача УП-606/2. Композити одержували за наступною схемою: 1) формування золю ПСЧ протягом 24 год; 2) вакуумування суміші золю зі смолою для видалення легких компонентів системи й подальше визрівання золю протягом наступних 24 год; 3) додавання каталізатора (твердника з прискорювачем) і тверднення композиції. Формування композитів здійснювали за ступінчастим режимом. Для зразків катіонної полімеризації процес тривав 2 год 100 °С + 2 год 120 °С + 2 год 140 °С + 2 год 160 °С, ангідридного тверднення – 2 год 120 °С + 4 год 160 °С + 2 год 180 °С. Вміст силоксанової складової становив 0,5 і 3,0 мас.% в перерахунку на SiO₂, виходячи з кількості введеного тетраетоксисилану. Зразки формували у вигляді тонких плівок завтовшки 0,2 мм, а також циліндричних блоків діаметром і висотою 10 мм.

Аналіз синтезованих зразків здійснювали методом малокутового розсіювання (МКР) рентгенівських променів. Результати аналізу профілів розсіювання наведено в Табл. 1. З представлених даних видно, що усі зразки характеризуються утворенням агрегатів фрактального типу, причому для деяких із них спостерігається поява двох рівнів самоподібності.

Таблиця 1

Масова (D_m) та поверхнева (D_s) фрактальна розмірність ПСЧ в епоксидно-силоксанових нанокompозитах катіонної полімеризації та ангідридного тверднення

$w(\text{SiO}_2)$, мас.%	Формування золю ПСЧ	Фрактальна розмірність (рівень організації структури)
Ангідридне тверднення		
0,5	в присутності смоли	D_m 2,2 (I)
3,0	в присутності смоли	D_m 2,0 (I); D_s 2,8 (II)
0,5	за відсутності смоли	D_s 2,7 (I)
3,0	за відсутності смоли	D_m 2,5 (I)
Катіонна полімеризація		
0,5	за відсутності смоли	D_m 2,1 (I)
3,0	за відсутності смоли	D_m 2,4 (I); D_s 2,9 (II)

Розмір первинних агрегатів ПСЧ у композитах ангідридного тверднення при формуванні золів у присутності епоксидного олігомеру становить ~ 6 нм. Первинні частинки утворюють розгалужені масові фрактальні агрегати розмірністю $D_m = 2,2$. При вмісті ПСЧ у системі 3,0 мас.% спостерігається зміна кута нахилу кривих МКР в області значень хвильового вектора $0,22 \text{ нм}^{-1}$. Це вказує на існування двох рівнів організації структури наноаповнювача, яка характеризується утворенням розгалужених кластерів з полісилоксанових частинок розмірами 7–29 нм, які, в свою чергу, формують агрегати з більш компактною структурою – спостерігається утворення поверхневого фракталу з шорсткою поверхнею ($D_s = 2,8$).

Порівняння профілів розсіювання композитами з формуванням золів ПСЧ у присутності й за відсутності епоксидної смоли свідчить про істотний вплив процедури одержання матеріалів на їхню структуру. Інтенсивність розсіювання композитами є вищою для систем, синтез наночастинок SiO_2 в яких було розпочато за відсутності епоксидного олігомеру. Структура отриманих з використанням такої процедури композитів стає більш неоднорідною. При цьому в композиті з мінімальним вмістом ПСЧ формуються поверхнево-фрактальні агрегати з шорсткою поверхнею ($D_s = 2,7$), які складаються з компактно розташованих первинних наночастинок. При збільшенні вмісту ПСЧ до 3,0 мас.% спостерігається утворення більш розгалужених порівняно з рештою зразків масових фракталів з наночастинок.

Зміна типу епоксидної смоли та способу тверднення при однаковій процедурі

отримання золів ПСЧ також позначається на морфологічній структурі композитів. При невисокому вмісті ПСЧ відбувається утворення масово-фрактальних агрегатів, які зі збільшенням вмісту наноаповнювача до 3,0 мас.% стають більш розгалуженими (D_m підвищується з 2,1 до 2,4) та утворюють поверхневі фрактальні агрегати розмірністю $D_s = 2,9$. Такі зміни можна пояснити зміною типу епоксидного олігомеру, а також співвідношення компонентів системи на першому етапі формування золів. У випадку зразків катіонної полімеризації в'язкість системи є вищою порівняно з золями, які формувалися в присутності триепоксиду. Водночас, кількість епоксидної смоли відносно компонентів золю є більшою, оскільки перед катіонною полімеризацією не вводиться майже сумірної кількості твердника, натомість лише невелика кількість каталізатора.

Таким чином, практично усі одержані зразки характеризуються утворенням розгалужених масово-фрактальних агрегатів з первинних наночастинок. При збільшенні вмісту наноаповнювача та проведенні початкової стадії формування золів ПСЧ за відсутності епоксидного олігомеру спостерігається зростання інтенсивності розсіювання, а отже, неоднорідності структури композитів – збільшується ступінь розгалуження агрегатів, підвищується їх розмір та залежно від способу одержання відбувається поява другого рівня організації структури, коли масові фрактали формують шорсткі поверхневі фрактали. Варіюючи умови одержання і співвідношення компонентів системи, можна синтезувати композити з заданою морфологією і, відповідно, властивостями.

- Гачечиладзе М. <67>
 Гелеш А.Б. <113>
 Гетманчук И.П. <64, 117>
 Гиоргадзе Н. <67>
 Глієва Г.Є. <141, 171>
 Глоба Н.И. <69>
 Головка І.О. <257>
 Голуб О.С. <155>
 Гомза Ю.П. <40, 108, 210>
 Гончар О.М. <72>
 Гончаренко Л.А. <87>
 Гончарова Л.А. <127>
 Горбач Л.А. <74, 76>
 Гранчак В.М. <254>
 Грекова А.В. <115>
 Гресь О.В. <77>
 Григор'єва О.П. <266>
 Гриценко О.М. <280>
 Грищенко В.К. <31, 37, 47,
 74, 80, 312>
 Гудзенко Н.В. <31, 47, 80>
 Гуменецький Т.В. <134>
 Гуменная М.А. <83, 86, 262,
 277>
 Гуменюк В.А. <157>
 Гуріна Г.І. <133>
- Давиденко В.В. <56, 64>
 Давискиба П.М. <254>
 Даниленко І.Ю. <266>
 Данильченко С.М. <110>
 Демченко В.Л. <87, 88>
 Дзін'як Б.О. <135, 281>
 Дзюбенко Л.С. <239>
 Динжос Р.В. <92>
 Діденко К.С. <89>
 Дмитрієва Т.В. <94>
 Дончак В.А. <97>
 Драган К.С. <315>
 Дрешер О.Р. <281>
 Дудок Г.Д. <258>
 Дутка В.С. <100, 103>
- Ебіч Ю.Р. <217>
- Єжова В.Д. <300>
- Желтоножська Т.Б. <210>
 Жильцова С.В. <56, 108>
- Зінченко Є.І. <110>
 Зінченко О.В. <300>
 Знак З.О. <113>
- Игнатова Т.Д. <117>
 Ищенко А.А. <120>
- Іванченко П.О. <115>
 Ігнатова Т.Д. <30>
- Калін Д.О. <121>
 Калінкевич О.В. <110>
 Калінкевич О.М. <110>
 Калінський О.М. <321>
 Карабанова Л.В. <40, 127>
 Карандашов О.Г. <130>
 Каратєєв А.М. <133>
 Карпова І.Л. <315>
 Карсим Л.О. <171>
 Катрук Д.С. <134>
 Кириллов С.А. <69>
 Кирюхин Д.П. <165>
 Кичигина Г.А. <165>
 Кісельова Т.О. <272>
 Кічура Д.Б. <135>
 Клепко В.В. <43, 57, 58, 86,
 89, 108, 168,
 170, 277, 315>
 Клименко Н.С. <86, 262,
 277>
- Климчук Д.О. <210>
 Кобзарь Я.Л. <137, 140,
 143>
 Кобріна Л.В. <141, 209>
 Ковальський Я.П. <103>
 Ковальчук А.И. <143>
 Козак Н.В. <14, 89, 160, 318>
 Козлова Г.А. <172>
 Козяков П.В. <147>
 Колосов О.Є. <150, 152>
 Колосова О.П. <152>
 Колупаєв Б.Б. <154>
 Колупаєв Б.С. <155>
 Коляда Т.Ю. <156>
 Коновалова В.В. <233>
 Королович В.Ф. <277>
 Костик О.А. <158>
 Косянчук Л.Ф. <30, 64, 117,
 160>
- Кот А.Г. <133>
 Коченко О.В. <110>
 Кочетова Я.В. <47>
 Красінський В.В. <161>
 Кривовська С.К. <94>
 Кузьменко М.Я. <156, 157>
 Кузьменко С.М. <156, 157>
 Кулеш Д.В. <162>
 Кулик А.М. <282>
 Кулик Т.В. <239>
 Кулікова І.О. <197>
- Купянський Г.Д. <202>
 Кучеренко А.М. <199>
 Куц П.П. <165>
 Кущенко С.М. <215>
- Лебедєв Є.В. <297, 300>
 Левицька Х.В. <258>
 Левицький В.Є. <134, 192>
 Левчук В.В. <155>
 Лемешко В.Н. <53>
 Леонова Н.Г. <108>
 Липицький С.Г. <215>
 Лисенко А.Д. <327>
 Лисенков Е.А. <168>
 Литвинчук П.М. <202>
 Литвяков В.І. <227>
 Лихочвор І.М. <257>
 Лобко Е.В. <86>
 Лобко Є.В. <170, 219>
 Логвиненко П.М. <171>
 Ложичевська Т.В. <176>
 Лукашевич С.А. <172>
 Луцик О.Д. <74, 76>
 Лыга Р.И. <235>
 Ляшук Т.Г. <175, 257>
- Мазур О.О. <176>
 Макогон В.М. <178>
 Максимцев Ю.Р. <154>
 Мальшева Т.Л. <181, 184>
 Мамуня Е.П. <56>
 Мамуня Є.П. <187, 190, 194>
 Марковська Л.А. <18, 188>
 Марсагишвили Т. <237>
 Маруженко О.В. <190>
 Масюк А.С. <192>
 Матюшов В.Ф. <297>
 Махровський В.М. <92>
 Мачавариани М. <67>
 Мельник Ю.Я. <193>
 Метревели Д. <237>
 Милованова О.И. <69>
 Михальчук В.М. <235>
 Мишак В.Д. <147, 245, 247>
 Мідяна Г.Г. <37>
 Міненко М.М. <43>
 Місюра А.І. <194>
 Міщенко Г.В. <197>
 Моравський В.С. <199>
 Мошковская Н. <265>
 Мужев В.В. <200, 247>
 Мышак В.Д. <200>
- Невмержицька Г.Ф. <94>
 Неймаш В.Б. <202>