

## ВПЛИВ ТИПУ ПРЕКУРСОРУ НА СТРУКТУРНУ ОРГАНІЗАЦІЮ ЕПОКСИДНО-СИЛОКСАНОВИХ НАНОКОМПОЗИТІВ АНГІДРИДНОГО ТВЕРДНЕННЯ, ОТРИМАНИХ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

*Жильцова С. В.*<sup>1</sup>, Леонова Н. Г.<sup>1</sup>, Лисенков Е. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця, Україна

<sup>2</sup>Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, Україна  
sv.zhiltsova@donnu.edu.ua

Епоксидно-силоксанові композити, одержані золь-гель методом, мають різні області застосування. Зміна умов синтезу, природи компонентів і вмісту наповнювача в системі здатні в широких межах змінювати структуру і, відповідно, властивості одержаних матеріалів. Метою даної роботи було встановлення впливу типу кремнійорганічних прекурсорів і вмісту сформованих на їх основі золь-гель методом полісилоксанових частинок на морфологію епоксидно-силоксанових композитів ангідридного тверднення.

Для одержання композитів використано триепоксид УП-650Т, ізо-метилтетрагідрофталевий ангідрид і аміній прискорювач УП-606/2. Композити формували на основі золю полісилоксанових частинок (ПСЧ), епоксидної смоли, твердника і прискорювача. ПСЧ одержували *in situ* золь-гель методом на основі тетраетоксисилану (ТЕОС) або 3-гліцидоксипропілтриетоксисилану (ГПТЕС) при використанні для проведення гідролізу напівстехіометричної кількості води в присутності як каталізатора  $\text{HNO}_3$ . Вміст ПСЧ у системі в перерахунку на діоксид кремнію (виходячи з кількості введенного етоксисилану) становив від 0,5 і 10 мас. %.

Показано, що наявність епоксидного олігомеру, а також тип алкоксисилану в системі суттєво впливають на морфологію одержаних композитів. При синтезі ПСЧ у присутності епоксидної смоли утворюються частинки меншого розміру порівняно із системою, де ПСЧ формувались без епоксидного олігомеру. Використання ГПТЕС замість ТЕОС для утворення силоксанової складової нівелює вплив епоксидного олігомеру, тому його наявність не є яскраво вираженою.

Фрактальний аналіз кривих малокутового розсіювання рентгенівських променів для систем, синтезованих з використанням ТЕОС, показав, що залежно від вмісту наповнювача, а також умов формування (наявність / відсутність епоксидного олігомеру) утворюються структури з різною фрактальною організацією. Для композитів із вмістом 0,5 мас.% ПСЧ характерне утворення масових фрактальних агрегатів (М), розмір яких становить 23 і 42 нм для систем з формуванням золів у присутності та за відсутності епоксидної смоли, відповідно. При збільшенні вмісту ПСЧ до 10 мас.% для композитів, частинки золів яких утворені у присутності епоксидного олігомеру, з'являється другий рівень структурної організації (М  $\rightarrow$  М).

Для на основі ГПТЕС система, яка містить 0,5 мас.% ПСЧ, сформованих у присутності епоксидного олігомеру, характеризується трирівневою ієрархічною структурою типу з повагою поверхневих (S) фракталів  $S \rightarrow M \rightarrow S$ , при цьому частинки на різних структурних рівнях мають розміри 11, 72 та більше 250 нм відповідно. При зростанні вмісту наповнювача у системі, незалежно від наявності епоксидного олігомеру, характер фрактальної агрегації змінюється. Для системи, що містить 10 мас.% ПСЧ, спостерігається ієрархічна структура типу  $M \rightarrow S$  з розмірами частинок 10–11 і 63–70 нм відповідно. Отже, можна зробити припущення, що при формуванні ПСЧ у присутності епоксидного олігомеру відносно довгі слабкорозгалужені ланцюги на основі ГПТЕС утворюють більш розгалужені структури. При проведенні стадії гідролізу за відсутності епоксидного олігомеру спостерігається утворення більших за розміром структур, які характеризуються більшою щільністю.