

**РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПРОЯВУ ЕФЕКТУ ПАМ'ЯТІ ФОРМИ
ЕПОКСИУРЕТАНОВИХ ПОЛІМЕРНИХ СИСТЕМ***Матковська О. К., Мамуня Є. П.*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Харківське шосе 48, Київ
omatkovska@ukr.net

Полімери з ефектом пам'яті форми (ЕПФ) викликають все більшу зацікавленість як академічних так і промислових установ. Полімери з ЕПФ є полімерами, що можуть тримати тимчасову форму протягом тривалого часу і відновитися до їх первісної, постійної форми при накладенні стимулів, таких як тепло, світло, вологість, рН, хімічне, електричне або магнітне поле. При цьому теплова активація є найбільш широко використовуваною.

Багатьма дослідженнями доведено хороші властивості пам'яті форми епоксидних матеріалів. Епоксидний полімер як один із термореактивних полімерів з ЕПФ, має високі механічні характеристики та є стабільним в різних середовищах, успішно застосовується в аерокосмічній галузі, медицині, автомобільній галузі, для саморегульованих полімерних матеріалів, мембран та ін.

У цій роботі запропоновано підхід, що полягає в модифікації основної епоксидної смоли (епоксиуретанової), що має високе значення T_c (114 °C), додаванням дигліцидилового ефіру поліетиленгліколю з низьким значенням T_c (-10 °C) у різних співвідношеннях, тоді як вміст зшиваючого агенту був однаковий у всіх композитах.

Об'єктом дослідження були полімерні матеріали, синтезовані з реакційних сумішей двох епоксидних олігомерів, ароматичного та аліфатичного: епоксиуретанової смоли (ЕПУ), взятої за основу, та дигліцидилового ефіру поліетиленгліколю (марки ДЕГ-1), що слугував модифікатором. Як твердник (10 % реакційної суміші) було використано поліетиленполіамін (ПЕПА). Співвідношення ЕПУ/ДЕГ-1 в реакційній суміші знаходилось в межах 100/0–70/30.

Температура склування T_c епоксидних полімерів, що мають ефект пам'яті форми, визначена методами ДСК та ТМА. Значення T_c зменшуються (починаючи зі 114 °C) зі збільшенням вмісту ДЕГ-1 у реакційній суміші. Поведінка T_c для системи з повністю змішуваними компонентами може бути описана рівнянням Фокса:

$$\frac{1}{T_c} = \frac{w}{T_{c1}} + \frac{1-w}{T_{c2}},$$

де T_{c1} і T_{c2} – температури склування для низько- і високотемпературного компонентів, відповідно; w – масова частка низькотемпературної компоненти. Крива, розрахована за рівнянням Фокса, є далекою від експериментальних точок. Це може свідчити про часткову змішуваність епоксидних олігомерів ЕПУ та ДЕГ-1. В такому випадку можна використати рівняння Тейлора-Гордона:

$$T_c = \frac{wT_{c1} + k(1-w)T_{c2}}{w + k(1-w)},$$

де k – регулюючий коефіцієнт. Якщо рівняння Фокса є симетричним і передбачає однаковий внесок обох компонентів, то останнє рівняння є асиметричним, а коефіцієнт k визначає співвідношення внеску низько- та високотемпературних компонентів у значення T_c епоксидного полімеру. При $k = 0,34$ рівняння Тейлора-Гордона точно описує експериментальні результати.

Отже, модифікація ароматичного епоксидного олігомера ЕПУ аліфатичним епоксидним олігомером ДЕГ-1 забезпечує зміну T_c у широкому діапазоні температур. Оскільки значення T_c асоціюється з температурою перемикання T_n , такий підхід дозволяє контролювати поведінку ефекту пам'яті форми в епоксидному полімері.