

УДК 614.841.332

*О.І. Лавренюк, к.т.н., В.М. Баланюк, к.т.н., доцент, П.В. Пастухов
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,
кафедра процесів горіння та загальної хімії*

ЗНИЖЕННЯ ГОРЮЧОСТІ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ПІНОПОЛІУРЕТАНУ

Полімери володіють унікальним комплексом властивостей, які не мають аналогів серед традиційних конструкційних матеріалів. В зв'язку з цим безперервно зростають темпи виробництва полімерних матеріалів і розширюються галузі їх застосування.

Серед полімерів відповідального призначення значне місце займають пінополіуретани завдяки комплексу цінних властивостей, які дозволяють використовувати їх в різних умовах експлуатації. Даний матеріал широко застосовують, перш за все, в будівництві для виготовлення стін, підлоги, деталей віконних рам і дверей, підсилення конструкцій підлоги і стелі, а також для акустичної і теплової ізоляції.

Універсальність застосування пінополіуретанів зумовлена їх високою тепло- і звукоізолюючою здатністю, зносостійкістю і міцністю. Однак суттєвим недоліком поролону є його горючість. Так, за горючістю пінополіуретани належать до групи сильногорючих, а за займистістю до групи легкозаймистих, що відіграє суттєву роль у виникненні та розвитку пожежі. Особливість таких пожеж усугубляється тим, що горять поліуретанові матеріали з виділенням великої кількості диму і токсичних продуктів (HCN, CO, ізоціанати).

Великі обсяги використання і підвищена пожежна небезпечність пінополіуретанів підсилюють актуальність досліджень, скерованих на зниження горючості цих матеріалів. Варто зазначити, що досягнути ефекту абсолютної негорючості органічних полімерів не можливо. Тому дуже важливо знизити горючість полімеру, щоб він повільніше займався, повільніше поширювалося полум'я, а для займання необхідні були би більш жорсткі умови (вищі значення температур, потоку енергії і т.д.). Основні шляхи зниження горючості полімерних матеріалів та, зокрема, пінополіуретанів, можна передбачити на основі аналізу процесу їх горіння.

Як зазначено [1], всі методи зниження горючості базуються на наступних принципах: зміна теплового балансу полум'я за рахунок збільшення тепловтрат; зниження потоку тепла від полум'я на полімер за рахунок створення захисних шарів; зменшення швидкості газифікації полімеру; зміна співвідношення горючих і негорючих продуктів розкладу матеріалу на користь негорючих.

Аналіз літературних даних [2] свідчить про те, що найпоширенішим способом зниження горючості пінополіуретанів є застосування антипіренів. Для одержання пінополіуретанів зниженої горючості найперспективнішими вважають реакційноздатні антипірени, оскільки вони значно менше впливають на зміну фізико-механічних властивостей матеріалів. До таких реакційноздатних антипіренів належать галоген-, фосфор- та нітрогенвмісні похідні ізоціанатів і сполук з рухливим атомом гідрогену. Хлором, бромом і фтором можуть бути заміщені атоми гідрогену в аліфатичних, циклоаліфатичних радикалах чи ароматичних ядрах ізоціанатів. Однак найчастіше використовують галогенпохідні діолів, поліолів чи поліефірполіолів.

Для зниження горючості пінополіуретанів використовують антипірени адитивного типу: поліфосфати амонію і кальцію, червоний фосфор, борати і фторборати металів, гексафтортитанати чи силікати і алюмінати амонію. Запропоновано таж з цією метою використовувати суміші органічних низько- чи високомолекулярних галогенвмісних речовин з оксидами і гідроксидами стибію, цинку, титану, алюмінію та інших металів.

Ще одним напрямком зниження горючості пінополіуретанів є використання мінеральних наповнювачів в поєднанні з антипіренами і речовинами, які розкладаються з утворенням негорючих газів при дії полум'я на матеріали. Як наповнювачі використовують перліт, керамзит, піноскло, глинозем.

Отже, внаслідок керованого регулювання властивостей пінополіуретанів можна одержати матеріали із заздалегідь заданими властивостями, в тому числі з пониженою горючістю. Однак на даний час в промислових масштабах такі матеріали практично не виготовляються. Це пов'язано, насамперед, зі складністю підбору відповідних сповільнювачів горіння, які б ефективно знижували горючість та водночас не проявляли негативного впливу на технологічні та експлуатаційні властивості матеріалів. При виборі антипіренів необхідно враховувати також їх доступність, економічні аспекти їх виробництва і застосування. Комплексного вирішення цих проблем на даний час не досягнуто, розроблені рецептури, здебільшого, складні і містять добавки, які негативно впливають на фізико-механічні, теплофізичні властивості пінополіуретанів та на навколишнє середовище.

В представленій роботі з метою зниження горючості пінополіуретанів використовували магній гідроксид. Досліджували зразки матеріалу з пінополіуретану з вмістом наповнювача-антипірену 1, 5, 10, 20 та 40 мас.%. Для визначення групи горючості використовували зразки матеріалу розміром 150×60×22 мм, для

визначення швидкості поширення полум'я у горизонтальному положенні – $300 \times 22 \times 12$ мм, для визначення швидкості поширення полум'я у вертикальному положенні – $200 \times 22 \times 12$ мм.

Встановлено, що залежність швидкості поширення полум'я від вмісту наповнювача має екстремальний характер. Максимальною є швидкість поширення полум'я для зразків з вмістом магній гідроксиду 5 мас.% і становить 0,94 мм/с при горизонтальному розташуванні зразка і 4,26 мм/с при розташуванні зразка у вертикальному положенні, а найнижчі значення швидкості поширення полум'я спостерігаються для зразків з вмістом наповнювача 40 мас.% і становлять 0,49 і 2,56 мм/с відповідно. При цьому час поширення фронту полум'я на всю довжину зразка при вмісті наповнювача 40 мас.% дорівнює 610 і 78 с при поширенні полум'я в горизонтальному і вертикальному напрямках, а при вмісті наповнювача 5 мас.% – 320 і 47 с.

Експериментально доведено, що наповнений магній гідроксидом пінополіуретан відноситься до групи горючих матеріалів ($\Delta T > 60^\circ\text{C}$, $\Delta m > 60\%$). Однак при збільшенні вмісту наповнювача суттєво зменшується тривалість самостійного горіння і тління та втрата маси зразка. В порівнянні зі зразком з вмістом магній гідроксиду в кількості 1 мас.% втрата маси зразка з вмістом останнього 40 мас.% зменшується приблизно на 20% і становить 75,9%. Тривалість самостійного горіння і тління зменшується від 65 до 35 с. Та разом з тим, варто зазначити, що подальше збільшення вмісту наповнювача є недоцільним оскільки матеріал стає надто крихким, погіршуються його фізико-механічні властивості.

Отже, використання магній гідроксиду забезпечує зниження пожежної небезпечності матеріалів на основі пінополіуретану. Передбачено, що бажаний ефект досягається завдяки тому, що даний наповнювач розкладається з поглинанням тепла та виділенням води. В цьому випадку тепло витрачається як на нагрівання наповнювача, так і його розклад і нагрівання води до температури полум'я.

Література

1. Берлин А.А. Горение полимеров и полимерные материалы пониженной горючести // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – №9. – С.57-63.
2. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Горение полимерных материалов. – М.: Наука, 1981. – 280с.