

УДК 678.742.5.01:536.495

**С.В. Іванов**, д-р хім. наук  
**В.В. Трачевський**, канд. хім. наук  
**О.С. Тітова**, канд. хім. наук  
**Н.В. Столярова**

## ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ СТАРІННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ЕЛЕМЕНТІВ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Інститут транспортних технологій НАУ, e-mail: itt@nau.edu.ua

*Показано можливість дослідження процесів прискореного старіння для прогнозування працездатності та терміну зберігання полімерних матеріалів елементів авіаційної техніки за зміною констант термогравіметричного аналізу відповідних полімерних композицій.*

### Вступ

З метою визначення можливості застосування перспективних полімерних композиційних матеріалів як елементів авіаційної техніки необхідно, враховуючи експлуатаційні вимоги, знати реальні терміни їх надійної експлуатації та зберігання.

Тільки довготривалі натурні випробування дають надійні результати з оцінки старіння полімерних композицій, але це потребує багато часу.

Одним із шляхів скорочення тривалості досліджень старіння полімерних композицій є інтенсифікація впливу кліматичних факторів на процеси старіння та створення прискорених лабораторних методик, які б імітували різноманітні кліматичні умови [1].

### Аналіз досліджень і публікацій

Для науково обґрунтованих прискорених досліджень необхідно якісно оцінити кореляційний взаємозв'язок впливу кліматичних факторів на зміни фізико-хімічних характеристик полімерних композицій.

Хімічні перетворення в полімерах під час старіння зводяться, переважно, до двох процесів: зшивання і деструкція макромолекул полімерного матеріалу.

У результаті першого процесу відбувається зшивання окремих ланцюгів полімеру, що призводить до утворення тривимірних структур, що спричиняє підвищення міцності полімеру, але сам полімер стає жорстким і крихким та втрачає еластичність. У результаті другого процесу розриваються молекулярні ланцюги і знижується молекулярна вага полімеру. Полімер стає м'яким, липким і втрачає механічну міцність. Тому основну проблему стійкості полімерів до старіння треба оцінювати за змінами хімічної структури під впливом умов навколишнього середовища (температури, кисню, іонізуючого випромінювання та ін.).

### Постановка завдання

За критерій оцінки зміни хімічної структури нами була вибрана ефективна енергія активації  $E_A$  процесу деструкції полімерної композиції, яка визначається за результатами дериватографічного аналізу.

Для дослідження була вибрана композиція, що складається із суміші потрійного сополімеру вінілхлориду, вінілацетату, вінілового спирту, уретанового форполімеру, тризоціанату, модифікованої домішки (зшивального агента) – дефенілсіландіолу.

Для підтвердження зробленого вибору було проведено дослідження впливу зшивального агента, який дозволяє цілеспрямовано змінювати структуру полімерного зв'язуючого елемента, на термоокисну деструкцію композиції за зміною енергії активації  $E_A$ .

### Експлуатаційні характеристики полімерних композицій

Уведення зшивального агента впливає як на структуру утвореної композиції, так і на її експлуатаційні характеристики. Одержані результати наведено в табл. 1.

Таблиця 1

**Залежність енергії активації полімерної композиції та її експлуатаційних характеристик від уведення зшивального агента**

Шифр композиції	Частка зшивального агента, %	Енергія активації, кДж/моль	Працездатність, год	Твердість, атм/од.	Гель-фракція, %
УР-1-95	0	166,4	15	0,40	80
УР-2-95	5	225,2	1 000	0,55	85
УР-3-95	10	246,9	1 500	0,74	96,5
УР-4-95	15	259,1	1 500	0,70	95

Зміна фізико-хімічних властивостей полімерної композиції під час увведення зшивального агента призводить до зміни енергії активації  $E_A$ . Зміна працездатності полімерної композиції відбувається в складних кліматичних умовах.

Крім того, існує певне значення енергії активації  $E_A$ , нижче якого починається різке зменшення працездатності полімерної композиції та погіршення її фізико-хімічних властивостей. Тому потрібно визначити можливості дериватиграфічного аналізу для прогнозування терміну застосування полімерних композицій, що базується на визначенні зміни значення енергії активації  $E_A$  в процесі деструкції полімерної композиції при прискореному старінні (нагріванні, радіації) та екстраполяції швидкості або часу реакції до реальних умов старіння.

### Вплив іонізуючого випромінювання на полімерні композиції

Проведені раніше дослідження показали, що вплив іонізуючого випромінювання на полімерні композиції спричиняє зміну їх фізико-хімічних властивостей та внаслідок цього зміну працездатності в складних кліматичних умовах. Тому потрібно вивчати зміну енергії активації деструкції полімерної композиції при її опроміненні іонізуючим випромінюванням (гама-квантами  $Co^{60}$ ). У табл. 2 наведено експериментальні дані.

Таблиця 2

### Залежність енергії активації деструкції полімерної композиції від дози випромінювання

Шифр композиції	Доза випромінювання, Гр	Працездатність	Енергія активації, кДж/моль
УР-1-95	0	+	165,7
УР-2-95	50	+	150,6
УР-3-95	100	-	120,4
УР-4-95	250	-	100,1

Дія іонізуючого випромінювання, яке призводить до прискореного старіння полімерної композиції, спричиняє структурні зміни і зменшення енергії активації деструкції.

### Взаємозв'язок енергії активації та старіння полімерних композицій

Отже, одержані результати відображають можливість дослідження процесів прискореного старіння для прогнозування працездатності та термінів зберігання полімерних елементів авіаційної техніки за змінами енергії активації деструкції відповідних полімерних композицій.

Як видно з табл. 3, значення енергії активації  $E_A$  зменшується при прискореному старінні для різних полімерних композицій по-різному.

Таблиця 3

### Зміна енергії активації деструкції полімерних композицій під час прискореного старіння

Шифр композиції	Стан зразка	Енергія активації, кДж/моль
УР-1-95	Вихідний Д=500 Гр	74,1 34
УР-2-95	Вихідний Д=500 Гр	94,9 12,1
УР-3-95	Вихідний Д=500 Гр	93,1 87,4

### Висновки

Отже, розроблений метод може використовуватися для порівняльної оцінки термінів збереження експлуатаційних характеристик полімерних композицій, для чого необхідно встановити кореляцію між прискореним та натуральним процесами старіння.

### Список літератури

1. Павлов Н.Н. Старіння пластмас в натуральних та штучних умовах. – М.: Хімія, 1982. – 64 с.

Стаття надійшла до редакції 15.03.04.

С.В. Иванов, В.В. Трачевский, О.С. Титова, Н.В. Столярова

Прогнозирование процессов старения полимерных материалов элементов авиационной техники

Показана возможность исследования процессов ускоренного старения для прогнозирования работоспособности и сроков хранения полимерных материалов элементов авиационной техники по изменению констант термогравиметрического анализа соответствующих полимерных композиций.

S.V.Ivanov, V.V. Trachevsky, O.S.Titova, N.V.Stolyarova

Research of aviation equipment polymer material elements aging is reported

Aviation equipment polymer material elements speeded-up aging research possibility on the basis of the corresponding polymer compositions thermogravimetric constants changing for the serviceability and shelf-life predicting has been shown.