

УДК 678.5:512(075.8)

У статті проведено оцінку впливу карбаміду на діелектричні втрати та діелектричну проникність досліджуваних модифікованих поліуретанів. Встановлено зростання діелектричної проникності, що вказує на збільшення поляризації через взаємодію поліуретану з карбамідом

Ключові слова: поліуретан, діелектрична релаксація, карбамід

В статье проведена оценка влияния карбамида на диэлектрические потери и диэлектрическую проницаемость исследуемых модифицированных полиуретанов. Установлено увеличение диэлектрической проницаемости, что указывает на увеличение поляризации из-за взаимодействия полиуретана с карбамидом

Ключевые слова: полиуретан, диэлектрическая релаксация, карбамид

The carbamide influence on dielectric losses and inductivity for probed modified polyurethane is appraised in the article. The increase of inductive capacity which denote increase in polarization due to the interaction of polyurethane with carbamide is established

Keywords: polyurethane, dielectric relaxation, carbamide

ВПЛИВ КАРБАМІДУ НА РЕЛАКСАЦІЙНУ ПОВЕДІНКУ ПОЛІУРЕТАНУ

Ф. Г. Фабуляк

Доктор хімічних наук, професор*

Контактний тел.: 093-715-85-15

E-mail: post@nau.edu.ua

Л. Д. Масленнікова

Кандидат хімічних наук, професор*

Контактний тел.: 093-186-73-50

E-mail: post@nau.edu.ua

О. В. Лигор

Студентка*

Контактний тел.: 063-341-70-57

E-mail: olga_lygor@mail.ru

О. О. Нагорняк

Студентка

*Кафедра хімії і хімічної технології

Національний авіаційний університет

пр. Комарова, 1, м. Київ, Україна, 036680

E-mail: olga_lygor@mail.ru

Вступ

Поліуретанові матеріали є поширеними полімерами в народному господарстві. Вони характеризуються комплексом цінних експлуатаційних властивостей, а саме високою міцністю, високим відносним видовженням, стійкістю до гідролітичної дії та стійкістю до дії деяких агресивних середовищ.

Проте залежно від сфери використання полімеру його матеріал повинен мати ряд певних експлуатаційних властивостей. Часто застосування полімерного матеріалу у конкретній області обмежується його властивостями, що вимагає розробки додаткових технологічних методів для надання матеріалу нових якостей. При цьому можна не проводити синтез нового полімеру з необхідними властивостями, а можна застосувати методи фізико-хімічної модифікації існуючих матеріалів, тобто проводити модифікацію новими перспективними способами пластифікації, легірування чи антипластифікації і таким чином змінювати первинні властивості полімерного матеріалу.

Існують декілька способів модифікації. Модифікація може бути фізичною, яка здійснюється шляхом напо-

внення полімерного матеріалу різного роду продуктами без утворення хімічних зв'язків, або хімічною. В останньому випадку утворюються хімічні зв'язки між полімерною матрицею і сполукою модифікатора. У свою чергу хімічна модифікація може бути здійснена на різних стадіях одержання і переробки полімерів [1].

В даний час ведуться роботи в області одержання модифікованих полімерних матеріалів, у тому числі і поліуретанових, які зберігають властивості вихідного полімеру і характеризуються одержаними в процесі модифікації.

Таким чином, існує реальна можливість варіювання властивостей полімерного матеріалу в широких межах, а так само одержання полімеру з комплексом заданих властивостей. Тому була поставлена мета в дослідженні впливу карбаміду на властивості поліуретану.

Матеріали та методи дослідження

Поліуретани використовують для антикорозійного захисту різних приладів і конструкцій завдяки таким властивостям як висока механічна міцність,

пружноеластичність, низька паро- і водонепроникність, температурна стабільність, стійкість до підвищення тисків; добрі діелектричні властивості забезпечують надійний захист конструкцій в різних кліматичних умовах, а також від дії морської води [2].

Для дослідження впливу карбаміду на релаксаційну поведінку поліуретану був використаний метод діелектричної релаксації.

Діелектричні дослідження проводилися на мості змінного струму Р – 50-83 в частотному діапазоні від 1 до 100 кГц. Проведений аналіз частотних залежностей $\text{tg}\delta$ в зразках з різним вмістом карбаміду. Діелектричну проникність розраховували за значеннями електроємностей (C_x) одержаних на мості та електроємності C_0 конденсатора з вакуумом міжелектродного простору:

$$\epsilon' = \frac{C_x}{C_0}$$

Досліджувалися зразки на основі поліуретанового лаку з додаванням різного вмісту карбаміду вказаного в табл. 1.

Експериментальна частина

З літературних джерел відомо, що для жорстких нееластичних полімерів і для полімерів тривимірної будови проявляються релаксаційні процеси малої інтенсивності, тому що відсутній вільний об'єм між сегментами макромолекул і групами атомів [3].

Результати досліджень показали, що, якщо для вихідного полімеру існує незначне проявлення максимуму $\text{tg}\delta$, то для досліджених модифікованих полімерів із вмістом 0,5, 1,0, 1,5, 3,0, 4,5 % модифікатора проявлення максимуму $\text{tg}\delta$ має місце при частоті 20 кГц, що слід віднести до зміни структури полімеру, тобто зменшення щільності упаковки в тривимірних полімерах під дією карбаміду з формуванням значного розміру дещо вільних міжвузлових сегментів, так як в області 20 кГц завжди проявляються процеси релаксації міжвузлових кінетичних одиниць. Збільшення вмісту карбаміду в полімері до 6,0 і 8,0 % приводить до нової зміни структури, за якої максимум $\text{tg}\delta$ проявляється в екстремумі для 6% карбаміду і в мінімумі при 8% в залежності $\epsilon'' = \varphi(C)$. Необхідно відмітити, що залежно від вмісту карбаміду змінюються величини $\text{tg}\delta$ – спочатку збільшуються, а потім зменшуються. Це пов'язано зі зміною електропровідних властивостей модифікованих полімерів в залежності від частоти.

Таблиця 1.

Концентрація карбаміду в поліуретановому лаку

№ зразка	Концентрація карбаміду в поліуретані С, % (за масою)
1	0
2	0,5
3	1,0
4	1,5
5	3,0
6	4,5
7	6,0
8	8,0

Відомо, що для еластичних полімерних покриттів у більшості діелектрична проникність залежно від частоти описується кривою, яка проходить через мінімальне значення і це вказує на існування у досліджуваному матеріалі найменших поляризаційних ефектів та на найкращі ізоляційні властивості полімеру за частоти мінімуму діелектричної проникності [4].

На основі частотних залежностей з наявним рівноважним станом можна визначити графічну залежність зміни діелектричної проникності (ϵ') від вмісту карбаміду в полімері (рис. 1).

Як видно з наведеної графічної залежності зміни діелектричної проникності при 80 кГц введення карбаміду в поліуретановий полімер приводить до великого підвищення діелектричної проникності, що складає в середньому в $25/16 = 1,6$ разів. Це вказує на значне збільшення поляризації в модифікованих полімерах, зумовлене збільшенням щільності поліуретанкарбамідних полімерів.

Таким чином модифікація карбамідом жорсткого поліуретану дозволяє в певній мірі регулювати діелектричну проникність в межах її збільшення.

Вище викладений матеріал вказує на необхідність проаналізувати концентраційні залежності коефіцієнта діелектричних втрат (ϵ''), який є узагальнюючим показником властивостей діелектричних втрат і діелектричної проникності. Проведено аналіз концентраційних залежностей ϵ'' для частот 1, 20, 60 і 100 кГц (рис. 2).

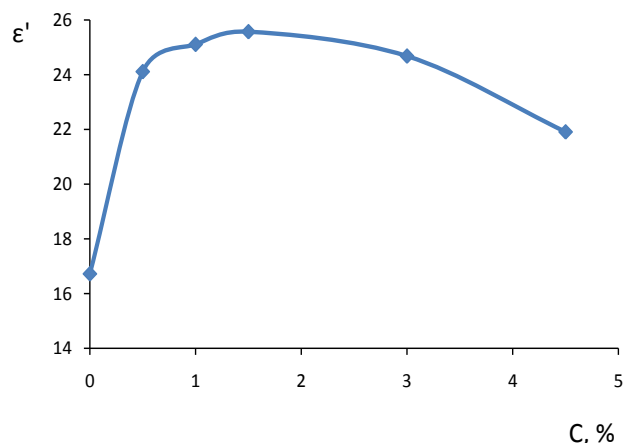


Рис. 1. Концентраційна залежність діелектричної проникності за частоти струму 80 кГц

Як видно з наведених рисунків для всіх 4-х частот проявляється два максимуми ϵ'' за концентрацій 3 % і 6 % карбаміду, при вмісті карбаміду 8 % значення ϵ'' зменшуються. Зміщення максимумів практично відсутнє. Тому був проведений аналіз зміни інтенсивності основного максимуму для 1, 20, 60 і 100 кГц (рис. 3). Як видно з наведеного рисунка максимуми концентраційної залежності за збільшення частоти спадають за квазігіперболічною залежністю. По спадаючій частотній залежності також змінюється діелектрична проникність (ϵ').

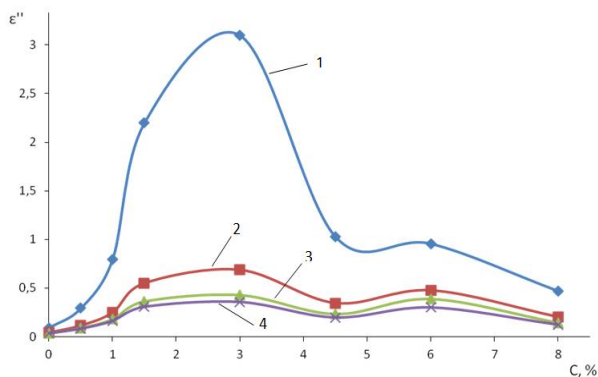


Рис. 2. Залежність коефіцієнту діелектричних втрат ϵ'' одержаного для частот струму (1 – 1 кГц, 2 – 20 кГц, 3 – 60 кГц, 4 - 100 кГц) від концентрації карбаміду в поліуретані С, %

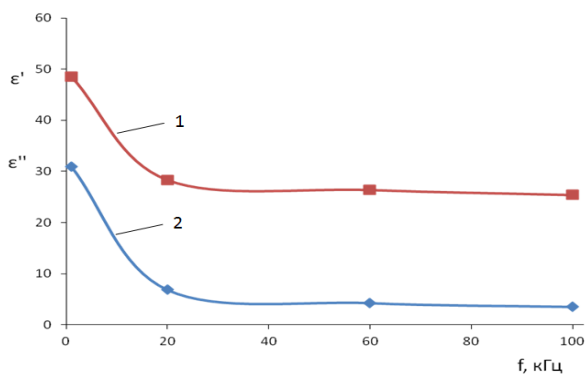


Рис. 3. Частотна залежність діелектричної проникності (1 - ϵ') та коефіцієнту діелектричної проникності (2 - ϵ'') в максимумі концентраційної залежності

Таким чином викладені результати досліджень вказують на основи в регулюванні властивостей поліуретанкарбамідних лакових покриттів.

Висновки

1. Проведено оцінку впливу карбаміду на діелектричну проникність для досліджуваних модифікованих поліуретанів за частоти 80 кГц. Встановлено зростання діелектричної проникності ϵ' в 1,6 разів у порівнянні з вихідним зразком, що вказує на збільшення поляризації через взаємодію поліуретану з карбамідом.

2. Встановлено зміни коефіцієнту діелектричних втрат ϵ'' та діелектричної проникності ϵ' в концентраційній і частотній залежностях, які проявляють гіперболічну залежність зумовлену поляризацією.

3. Встановлено можливість регулювання властивостей полімеркарбамідних лакових покриттів шляхом модифікації полімера карбамідом.

Література

1. Иванов Е. Б., Левин Я. А. – В сб.: Синтез и модификация полимеров. М., Наука, 1976, с. 72.
2. Полиуретановые материалы с повышенными физико-механическими показателями. В. Н. Николаев, А. Н. Ванюлин Чебоксары: Чуваш, гос. ун-т, 1976.
3. Фабуляк Ф. Г., Иванов С. В., Масленникова Л. Д., Високомолекулярні сполуки: Підручник. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2009. – 400 с.
4. Масленникова Л. Д., Иванов С. В., Фабул як Ф. Г., Грушак З. В. Фізико-хімія полімерів: Підручник. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2007. – 164с.