

РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ФІЗИКА
КОНДЕНСОВАНИХ
ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ
СИСТЕМ**

Наукові записки Рівненського державного гуманітарного
університету

Випуск 14

РІВНЕ – 2010

ФІЗИКА КОНДЕНСОВАНИХ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СИСТЕМ

Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету

Випуск 14. – Рівне: РДГУ, 2010. – 68 с.

Збірник містить публікації, в яких розглядаються питання теоретичних і експериментальних досліджень, моделювання фізичних процесів, що характерні для конденсованого стану речовини. Опубліковані матеріали можуть бути використані науковцями, аспірантами, інженерними працівниками, які ведуть дослідження в цих наукових напрямках. Цілий ряд публікацій можна використати для навчально-виховного процесу в університетах та інститутах.

Головний редактор:

д.х.н., професор, академік МАПСН та АВО України **Б.С. Колупаєв**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

Заступник головного редактора:

к.ф.-м.н., професор **М.А. Бордюк**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

Члени редколегії:

д.т.н., професор **А.Я. Бомба**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

к.х.н., професор **О.М. Волошин**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

к.ф.-м.н., професор **Б.П. Дем'янюк**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

д.ф.-м.н., професор **Ю.Ф. Забашта**
(Київський національний університет ім. Тараса Шевченка)

д.ф.-м.н., провідний науковий співробітник **В.В. Кленко**
(Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, м. Київ)

д.ф.-м.н., професор **Ю.А. Куницький**
(Технічний центр НАН України, м. Київ)

д.х.н., професор, академік НАН України **Є.В. Лебедєв**
(Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, м. Київ)

д.ф.-м.н., провідний науковий співробітник **Є.П. Мамуля**
(Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, м. Київ)

к.ф.-м.н., професор **В.А. Сідлецький**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

к.ф.-м.н., доцент **В.А. Мащенко**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

к.х.н., доцент **Б.І. Муха**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

д.ф.-м.н., професор **В.Я. Прохоренко**
(Національний університет “Львівська політехніка”)

д.ф.-м.н., професор **О.П. Руденко**
(Полтавський державний педагогічний університет)

д.ф.-м.н., професор, член-кореспондент НАН України **В.І. Слісценко**
(Інститут ядерних досліджень НАН України, м. Київ)

д.т.н., професор **А.О. Сяський**
(Рівненський державний гуманітарний університет)

д.ф.-м.н., професор, член-кореспондент АПН України **М.І. Шум**
(Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова, м. Київ)

Друкується за рішенням Вченої Ради Рівненського державного гуманітарного університету
(протокол № 6 від 29 січня 2010 року)

Адреса редакції:

33000, м. Рівне, вул. Остафова, 31
Рівненський державний гуманітарний університет
каб. 115
e-mail: fkvs_ua@ukr.net
ISBN 966-7281-03-7

- алмазов // Сверхтвердые материалы. – 1998, №4. – С. 29 - 36.
4. *Зазимко Н.М.* Релаксаційні переходи і міцність поліметилметакрилату // Вісник Полтавського державного педагогічного університету імені В.Г. Короленка. Зб. Наукових праць: Серія «Фізико-математичні науки». – Полтава, 2003. – Випуск 6 (33). – С.19 – 27.
 5. *Тейтельбаум Б.Я.* Термомеханический анализ полимеров. – М.:Наука, 1979. – 233 с.
 6. *Гайворонская И.В., Хоботова Э.Б., Даценко В.В., Юрченко О.И., Баумер В.Н.* Повышение эффективности сорбционной активности ферро-никелевых шлаков // Вісник Харківського національного університету. – 2010, № 895. Хімія. Вип. 18(41).
 7. *Шут Н.И., Сичкаръ Т.Г., Сташкевич А.Н., Касперский А.В.* Теплоперенос и молекулярная подвижность композитов на основе эпоксидных полимеров // Пластич. массы. – 1993, №5. – С. 47-49.
 8. *Шут Н.И., Даниленко Г.Д., Касперский А.В., Сташкевич А.Н., Кулешов И.В.* Влияние природы отвердителя на теплофизические свойства эпоксидных полимеров // Пластич. массы. – 1993, №1. – С. 21.
 9. *Шут М.І., Сташкевич О.М., Касперський А.В., Свєчніков С.Г.* Процеси релаксації та молекулярна рухливість в епоксидному полімері УП-632 // Вісник Київського університету, серія: фіз.-мат. науки. – Вип. 2. – 1997. – С. 378-387.

УДК 678:620.178.1:541.6:536.4

ВПЛИВ ГНУЧКОСТІ МАКРОМОЛЕКУЛ НА ІНКРЕМЕНТ ТЕПЛОЄМНОСТІ ПОЛІМЕРІВ ПРИ ТЕМПЕРАТУРІ СКЛУВАННЯ

В.О. Сідлецький, В.Б. Демчук, Б.С. Колупаєв

Рівненський державний гуманітарний університет, Україна, UA-33000, Рівне, вул. Остафова, 31

На основі комплексного застосування термодинамічного підходу до процесу склування полімерних систем і теорії вільного об'єму встановлено залежність інкременту питомої теплоємності лінійних полімерів при температурі склування від коефіцієнта гнучкості макромолекул.

Based on the complex application of the thermodynamic approach to glass transition of polymer systems and free volume theory of the dependence of specific heat capacity increment of linear polymers with glass transition temperature coefficient of flexibility of macromolecules is established.

Теплофізичні властивості полімерів поряд з іншими чинниками визначаються рухливістю структурних елементів, показником якої виступає гнучкість (жорсткість) макромолекулярних ланцюгів. На характер подібних залежностей впливають різні фактори, для врахування яких в багатьох випадках потрібно використовувати різні підходи та модельні представлення.

Як відомо, перехід полімера із склоподібного стану у високоеластичний супроводжується більш різким збільшенням теплоємності C_p . При цьому інкремент теплоємності ΔC_p при температурі склування T_g за сучасними уявленнями є сумою трьох основних складових [1]:

$$\Delta C_p = \Delta C^k + \Delta C^o + \Delta C^{кол}, \quad (1)$$

де ΔC^k – конформаційна теплоємність, обумовлена переходом з низькоенергетичної T -конформації у високоенергетичну G -конформацію; ΔC^o – “діркова” теплоємність, пов'язана з локальним зменшенням міжмолекулярних взаємодій і виникненням вище T_g додаткового числа флуктуаційних мікропорожнин [2]. Величина $\Delta C^{кол}$ у співвідношенні (1) виражає факт зміни коливної теплоємності при

температурі склування. При цьому характерно, що теоретичні оцінки кожної складової, проведені різними авторами, вказують на значний [3], а в багатьох випадках і домінуючий [4, 5], внесок величини ΔC^k у загальний стрибок теплоємності. У зв'язку з цим можна припустити існування залежності між ΔC_p і параметрами гнучкості полімерних макромолекул, які визначають можливість і характер конформаційних переходів.

Нерівноважний характер процесу склування не виключає можливості застосування термодинамічного підходу. Принципово важливу роль для в'яснення природи внутрішніх змін при склуванні відіграє співвідношення Девіса і Джонса [6]:

$$\frac{\partial T_g}{\partial P} = \frac{T_g V \Delta \alpha}{\Delta C_p}, \quad (2)$$

де V – молярний об'єм при температурі склування T_g , $\Delta \alpha = \alpha_l - \alpha_g$ – різниця між коефіцієнтами теплового розширення полімерів вище і нижче температури склування, ΔC_p – стрибок молярної теплоємності в області склування.

Дослідження, проведені в роботах [7, 8] показали, що рівняння (2) повинно виконуватись, якщо T_g

є функцією ентальпії та ентропії систем, тобто величин, які виступають значно складнішими, ніж об'єм, функціями внутрішніх параметрів полімерів. Слід відмітити, що співвідношення (2) добре узгоджується з наявними експериментальними даними [9].

У той же час, залежність температури склування від тиску можна отримати в рамках теорії вільного об'єму [10]. Оскільки частка флуктуаційного об'єму, згідно [11] визначається співвідношенням

$$f = \frac{v_h}{v_0} \left[\exp\left(\frac{E_h + v_h P}{kT}\right) - 1 \right]^{-1},$$

де v_h – об'єм мікропорожнини, приблизно рівний об'єму частинки $v_h \approx v_0$, E_h – енергія утворення “дірки”, то, нехтуючи одиницею в порівнянні з експонентою, при $T = T_g$ можна записати:

$$f_g \approx \exp\left(-\frac{E_h + v_h P}{kT_g}\right).$$

Звідси слідує лінійна залежність температури склування від тиску, яка підтверджується експериментальними даними [10,12]:

$$T_g \cong \frac{E_h}{k \ln(1/f_g)} + \frac{v_h}{k \ln(1/f_g)} P.$$

Таким чином,

$$\frac{\partial T_g}{\partial P} = \frac{v_h}{k \ln(1/f_g)}. \quad (3)$$

Співставляючи співвідношення (2) і (3), маємо:

$$\frac{T_g V \Delta \alpha}{\Delta C_p} = \frac{v_h}{k \ln(1/f_g)}.$$

Оскільки при цьому $\ln(1/f_g) \cong E_h / (kT_g)$ [11], то

$$\frac{v_h}{E_h} = \frac{V \Delta \alpha}{\Delta C_p}. \quad (4)$$

Величина енергії E_h за оцінками, проведеними різними методами [13, 14] має значення порядку $(20 \div 35) \cdot 10^{-21}$ Дж, що свідчить про міжмолекулярний характер утворення флуктуаційних мікропорожнин у полімерних системах. Враховуючи це, енергію утворення “дірки” об'ємом v_h можна інтерпретувати як енергію, необхідну для розриву когезійних зв'язків, локалізованих у цьому об'ємі, тобто

$$E_h = A Q \frac{v_h}{V}, \quad (5)$$

де Q – енергія когезії, V – молярний об'єм, A – коефіцієнт пропорційності.

Враховуючи це, співвідношення (4) запишемо у вигляді:

$$\frac{V}{Q} = A \frac{V \Delta \alpha}{\Delta C_p},$$

або

$$\Delta C_p = A \Delta \alpha Q. \quad (6)$$

Слід відмітити, що аналогічне співвідношення було отримане [15] в припущенні про пропорційність енергії когезії надлишкової ентальпії полімерів при температурі склування:

$$Q = C \frac{\Delta C_p}{\Delta \alpha}, \quad (7)$$

де $C = 0,317 (\pm 18\%)$.

Переходячи до питомої теплоємності, рівняння (6) запишемо у вигляді:

$$\Delta c_p = A q \Delta \alpha, \quad (8)$$

де $q = Q/M$ – питома енергія когезії, M – молярна маса полімера.

Далі врахуємо, що різниця між коефіцієнтами теплового розширення полімерів вище і нижче температури склування $\Delta \alpha$ пов'язана з параметрами рівноважної гнучкості макромолекул полімерів. Це можна проілюструвати на прикладі так званого стеричного коефіцієнта σ , який визначається як відношення середньоквадратичної відстані між кінцями реального ланцюга в θ -розчиннику до аналогічного параметра ланцюга з вільним внутрішнім обертанням:

$$\sigma = \sqrt{\frac{l_0^2}{h_0^2}}$$

і безпосередньо пов'язаний з потенціалом внутрішнього обертання $U(\varphi)$ [16].

Дійсно, в роботі [17] було запропоновано емпіричну формулу, яка пов'язує температуру склування лінійних полімерів з коефіцієнтом жорсткості макромолекул σ :

$$T_g = B(\sigma - b), \quad (9)$$

де B і b – константи, числові значення яких різні для карболанцюгових та гетероланцюгових полімерів. На основі співвідношення (9) та емпіричного правила Симхи-Бойєра [18] було показано, що інкремент коефіцієнта теплового розширення при температурі склування закономірно зростає при збільшенні гнучкості ланцюга, тобто при зменшенні параметра σ :

$$\Delta \alpha = \frac{K}{B(\sigma - b)}. \quad (10)$$

Оскільки для карболанцюгових полімерів $b = 1$, $B = 270$ К, то співвідношення (8) запишеться у вигляді:

$$\Delta c_p = A q \frac{4,2 \cdot 10^{-4}}{\sigma - 1}. \quad (11)$$

При цьому характерно, що величина питомої енергії когезії q практично не змінюється при переході від одного типу полімера до іншого, про що свідчать дані, представлені в табл. 1 (значення енергії когезії розраховувались на основі параметра розчинності [19]).

Аналіз наведених числових значень показує, що питома енергія когезії є наближено сталою величиною, середнє значення якої для даного ряду полімерів становить $0,3446 \cdot 10^3$ кДж/кг. З урахуванням цього, співвідношення (11) можна представити у вигляді:

$$\Delta c_p \approx A \frac{0,145}{\sigma - 1}. \quad (12)$$

Таблиця 1.

Значення енергії когезії, молярної маси та їх відношення для деяких лінійних полімерів

Полімер	Q , кДж/моль	$M \cdot 10^3$, кг/моль	$q \cdot 10^{-3}$, кДж/кг
Полівінілхлорид	17,4	62,5	0,28
Полістирол	41,1	104,1	0,39
Полівінілацетат	31,7	86,1	0,37
Поліметилакрилат	31,8	86,1	0,37
Поліетилакрилат	32,4	100,1	0,32
Поліетилметакрилат	35,0	114,1	0,31
Поліметилметакрилат	30,7	100,1	0,31
Поліетилен	9,60	28,0	0,34
Поліпропілен	15,6	42,1	0,37
Поліізобутилен	17,5	56,1	0,31
Полібутилакрилат	40,1	128,2	0,31
Полібутилметакрилат	45,0	142,2	0,32
Поліізобутилметакрилат	50,4	142,2	0,35
Поліетилентерафталат	62,5	192,2	0,32
Полі-трет-бутилметакрилат	40,1	142,2	0,28
Поліоксипропілен	18,6	58,1	0,32
Полігексилметакрилат	52,4	170,3	0,31
Поліоктилметакрилат	60,4	198,4	0,30
Поліпропілметакрилат	38,5	128,2	0,30
Полібутадієн	17,7	54,1	0,33
Поліізопрен	25,8	68,1	0,38

Таким чином, враховуючи принципову незалежність використаних підходів, можна очікувати, що між інкрементом питомої теплоємності лінійних полімерів та їх стеричним коефіцієнтом існує обернена залежність, яка має вигляд (12).

У табл. 2 наведені значення зміни питомої теплоємності Δc_p в області склування і стеричного коефіцієнта σ для деяких лінійних полімерів, які було використано при побудові графіка $\Delta c_p(1/(\sigma-1))$ (рис. 1).

Таблиця 2.

Значення інкремента питомої теплоємності при температурі склування та стеричного коефіцієнта деяких лінійних полімерів [1, 2, 15, 18, 19]

Полімер	Δc_p , кДж/(кг·К)	σ	Група	
Поліметилметакрилат	0,25	2,04	I	
Полівінілхлорид	0,30	2,32		
Полістирол	0,34	2,22		
Полівінілацетат	0,41	2,12		
Поліетилакрилат	0,44	2,10		
Поліметилакрилат	0,48	2,05		
Поліоксietiлен	1,05	1,63		
Полігексен-1	0,25	2,05		II
Полібутилметакрилат	0,31	1,98		
Поліетилметакрилат	0,44	1,90		
Поліпропілен	0,48	1,85		
Полібутен-1	0,45	1,82		
Полібутилакрилат	0,54	1,80		
Поліізобутилен	0,55	1,80		

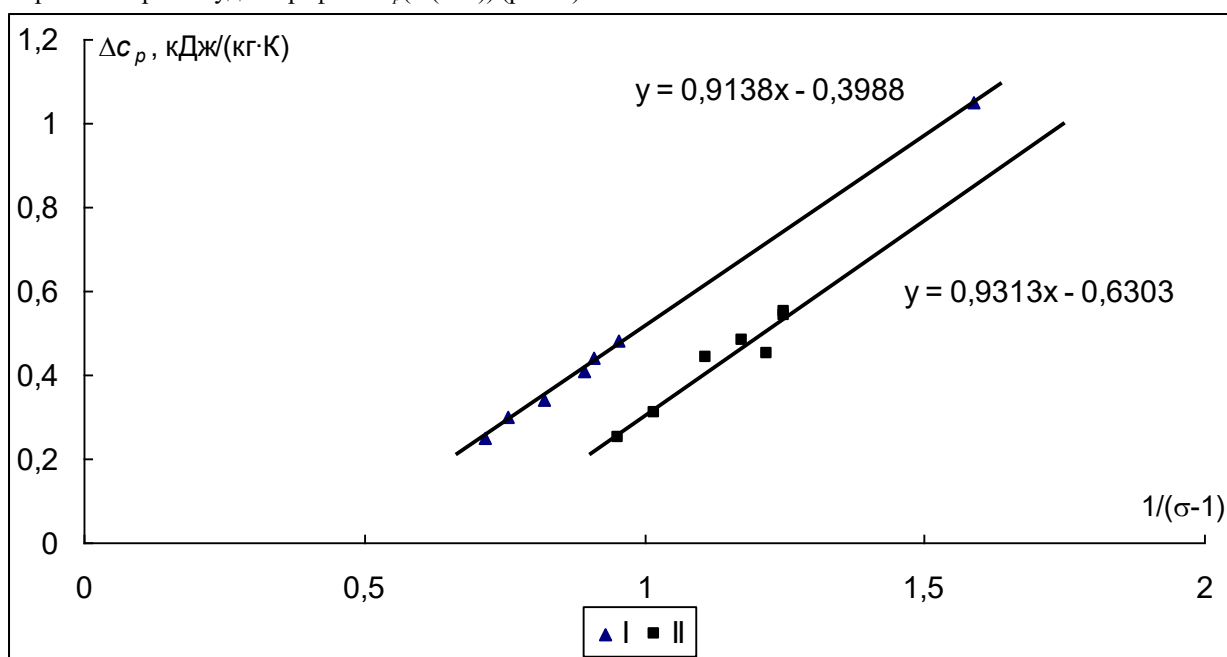
Розрахунок, проведений методом найменших квадратів показав (рис. 1), що залежності між зазначеними величинами для наведених полімерів розпадаються на дві прямі, які описуються співвідношеннями:

$$\Delta c_p \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right) = \frac{0,9163}{\sigma - 1} - 0,4027 \quad (13)$$

для першої групи полімерів і

$$\Delta c_p \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right) = \frac{0,9347}{\sigma - 1} - 0,6345 \quad (14)$$

для полімерів другої групи. Коефіцієнти лінійної кореляції залежностей, що описуються рівняннями (13) і (14), становлять, відповідно, 0,999 та 0,971.

Рис. 1. Залежності $\Delta c_p(1/(\sigma-1))$ для ряду лінійних полімерів.

На рис. 2 представлено графіки залежностей $\Delta c_p(\sigma)$, які описуються співвідношеннями (13) і (14). Точка перетину залежностей відповідає значенню стеричного коефіцієнта $\sigma_0 = 1,08$. Враховуючи, що відомі експериментально зафіксовані числові характеристики параметра

жорсткості для лінійних полімерів, як правило, перевищують величину σ_0 , значення останнього можна вважати мінімально можливим для полімерів. Фактично значення σ_0 дуже близьке до величини стеричного фактора макромолекули з вільним внутрішнім обертанням.

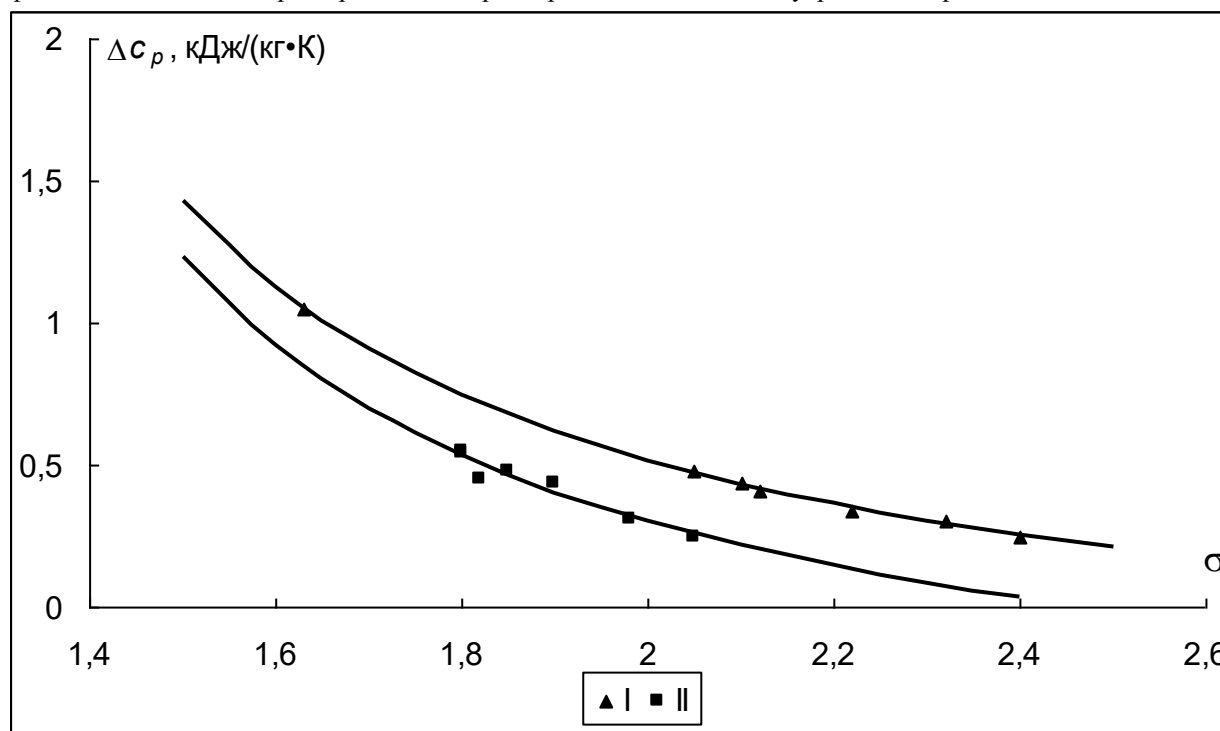


Рис. 2. Залежності $\Delta c_p(\sigma)$ ряду лінійних полімерів.

Таким чином можна стверджувати, що гнучкість (жорсткість) макромолекул лінійних полімерів, будучи структурно-чутливим параметром, впливає на характер теплофізичних властивостей матеріалів. Це, в свою чергу, підтверджує існування кореляції між термодинамічною жорсткістю макромолекули та інтенсивністю теплового руху структурних елементів полімерів, яка враховує специфіку багаторівневої структури полімерів і енергетику взаємодій на всіх ієрархічних рівнях.

Література:

1. Годовский Ю.К. Теплофизика полимеров. – М.: Мир, 1982. – 280 с.
2. Берштейн В.А., Егоров В.М. Дифференциальная сканирующая калориметрия в физикохимии полимеров. – Л.: Химия, 1990. – 256 с.
3. Chang S.S. Heat capacities of polyethylene from 2 to 600 K. II. Two high density linear polyethylene samples and thermodynamic properties of crystalline linear polyethylene // J. Res. Nat. Bur. Stand. – A. – 1974. – V. 78. – № 3. – P. 387–400.
4. Рабинович И.Б., Лебедев Б.В., Мелентьева Т.И. Теплоемкость и термодинамические функции метакриловой, полиметакриловой и изомаляной кислот // Высокомолек. соединения. А. – 1967. – Т. 9. – № 8. – С. 1699–1705.
5. Dainton F.S., Evans D.M., Hoare F.E., Melia T.P. Thermodynamic functions of linear high polymers. Pt. 4. Stereospecific polyolefins // Plymer. – 1962. – V. 3. – № 2. – P. 286–296.

6. Davies R.O., Jones G.O. Thermodynamic and kinetic properties of glasses // Adv. Phys. – 1953. – V. 2. – № 7. – P. 370–410.
7. Goldstein M. Some thermodynamic aspect of glass transition: free volume, entropy and enthalpy theories // J. Chem. Phys. – 1963. – V. 39. – № 2. – P. 3369–3374.
8. Goldstein M. Statistical thermodynamics of configurational properties // Ann. N.-Y. Acad. Sci. – 1976. – V. 279. – P. 68–77.
9. Айнбундер С.Б., Алксне К.И., Тюнина Э.Л., Лака М.Г. Свойства полимеров при высоких давлениях. – М.: Химия, 1973. – 218 с.
10. Сандитов Д.С. К теории стеклования жидкостей под давлением // Журнал физической химии. – 1973. – Т. 47. – № 5. – С. 1127–1130.
11. Сандитов Д.С., Бартенев Г.М. Физические свойства неупорядоченных структур. – Новосибирск: Наука, 1982. – 258 с.
12. Айнбундер С.Б., Тюнина Э.Л. Влияние гидростатического давления на некоторые термодинамические свойства полимерных материалов // Механика полимеров. – 1970. – № 5. – С. 825–831.
13. Ферри Дж. Вязкоупругие свойства полимеров. – М.: ИЛ, 1963. – 535 с.
14. Бордюк М.А. Флуктуационный вільний об'єм і внутрішній тиск полівінілхлоридних композицій // Фізика конденсованих високомолекулярних систем. Наукові записки Рівненського педінституту. – Вип. 4. – Рівне: РДПІ, 1998. – С. 3–5.

15. Привалко В.П. Молекулярное строение и свойства полимеров. – Л.: Химия, 1985. – 238 с.
16. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в растворе. – М.: Наука, 1964. – 720 с.
17. Привалко В.П., Липатов Ю.С. Влияние гибкости молекулярной цепи на температуру стеклования линейных полимеров // Высокомолек. соединения. А. – 1970. – Т. 12. – № 10. – С. 2263–2269.
18. Simha R., Boyer R.F. On a general relation involving the glass temperature and coefficients of expansions of polymers // J. Chem. Phys. – 1962. – V. 37. – № 5. – P. 1003–1007.
19. Нестеров А.Е. Справочник по физической химии полимеров. Свойства растворов и смесей полимеров. – Т. 1. – К.: Наукова думка, 1984. – 374 с.
20. Привалко В.П. Справочник по физической химии полимеров. Свойства полимеров в блочном состоянии. – Т. 2. – К.: Наукова думка, 1984. – 330 с.

УДК 544.022.243:537.226.83

ПРОЕЛЕКТРИЧНА АКТИВНІСТЬ СЕГНЕТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛІМЕРІВ І ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З ПЕРЕМКНУТОЮ ПОЛЯРИЗАЦІЄЮ

О.Є. Сергєєва, С.Н. Федосов

Одеська національна академія харчових технологій, UA-65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112

Досліджено перемикання поляризації в двовісне орієнтованих плівках полівініліденфториду паралельно з вимірюванням пірокоефіцієнту методом термічного імпульсу. Доведено, що існує взаємозв'язок між цими величинами, тому піроелектричний метод можна використовувати для визначення величини і напрямку залишкової поляризації.

Ключові слова: ПВДФ, сегнетоелектричні полімери, піроелектрика, перемикання поляризації.

Pyroelectricity and switching of polarization in biaxially stretched polyvinylidene fluoride films has been studied with measuring in parallel of the pyroelectric coefficient by the thermal pulse method. It has been proved that there is a correlation between these values, therefore the pyroelectric method can be used for estimating value and direction of the residual polarization.

Key word: PVDF, ferroelectric polymers, pyroelectricity, polarization switching.

Вступ

Плівки сегнетоелектричних полімерів на основі полівініліденфториду (ПВДФ) після певної обробки виявляють п'єзо- і піроелектричні властивості. До числа основних достоїнств матеріалів даного класу належить висока величина піро- і п'єзоелектричних коефіцієнтів, що визначає можливість їхнього практичного застосування. Сенсори на основі сегнетоелектричних полімерів використовуються як активні елементи піроелектричних датчиків, тому піроелектричні дослідження плівок ПВДФ є дуже важливими. Метою даної роботи було дослідження взаємозв'язку піроактивності із залишковою поляризацією, оскільки це дозволить з одного боку прояснити природу піроелектрики в ПВДФ, а з іншого забезпечити стабільність властивостей сенсорів.

Методика експерименту

У роботі були досліджені плівки полімерного сегнетоелектрика – полівініліденфториду (ПВДФ) товщиною 12,5 мкм, які були отримані методом екструзії з наступною двохосовою витяжкою у відношенні 1:4 при температурі 100 °С з наступним відпадом при температурі 120 °С протягом 60 хв. Кристалічність плівок складала приблизно 50 %, співвідношення сегнетоелектричної бета-фази і неполярної альфа-фази в кристалах складало 70:30. На обидві поверхні зразків площею 0,2 см² методом катодного розпилення наносили золоті

електроди товщиною 100 нм. Електризацію проводили при температурі 20 °С шляхом прикладання високої напруги 2,5 кВ впродовж 200 с, що забезпечувало величину поляризовуючого поля 200 МВ/м, яке значно перевищувало коерцитивне поле (~50 МВ/м) і гарантувало електризацію до насичення поляризації, яка складала 9,6 мкКл/см².

Перемикання поляризації проводили прямокутними імпульсами напруги протилежної полярності величиною від 0,5 до 2,5 кВ і тривалістю від 5 мкс до 100 с. Величина перемикаєної поляризації вимірювалася методом аналізу електричного зміщення [1].

Піроелектричний динамічний коефіцієнт вимірювали методом термічного імпульсу, розробленим Коллінзом [2] і використаним у ряді інших робіт [3-5]. Імпульс світла тривалістю 50 мкс генерувався за допомогою фотоспалаху Metz 45 СТ-3 і використовувався як відтворене джерело тепла, яке попадає на поверхню електризованої плівки. Піроелектричний сигнал записувався за допомогою широкосмужного осцилографа Tektronix TDS 510A. За допомогою високочутливого піродатчика було встановлено, що світлові імпульси характеризуються досить високою відтворюваністю. Середній розкид в енергії при вимірі послідовних 200 імпульсів складав 2,4%. Величину піроелектричного коефіцієнта оцінювали за максимальною напругою піросигналу, таким чином, результати були отримані у відносних одиницях.

ЗМІСТ

<i>Б.Б. Колупаєв, В.В. Клепко, Б.С. Колупаєв, В.В. Кривцов, А.А. Свінцицький, І.О. Ткачук.</i> Аспекти теорії теплопереносу і внутрішнього тертя в лінійних полімерних матеріалах.....	3
<i>В.В. Клепко., Б.Б. Колупаєв, Є.В. Лебедев.</i> Взаємозв'язок між параметрами структури і акустичними властивостями ПВХ та ПVB-систем. 6	6
<i>Е.П. Мамуня, М.М. Нищенко, Е.А. Цанко, В.В. Левченко, Е.В. Лебедев.</i> Электропроводность и позитронная спектроскопия нанокомпозитов поливинилхлорид - углеродные нанотрубки 9	9
<i>Е.А. Лисенков, Ю.П. Гомза, В.В. Давиденко, В.В. Клепко.</i> Структура та властивості полімерних електролітів на основі ПEG300 та карбонанотрубок	15
<i>В.В. Клепко, Е.А. Лисенков, М.М. Міненко, О.М. Жигір, М.А. Рехтета.</i> Вплив монтморилоніту на діелектричні властивості та провідність полімерних електролітів на основі ПEG та LiClO ₄ . 21	21
<i>Ю.Б. Муха, М.Р. Костецький, Б.І. Муха, Малиновський Є.В.</i> Вплив природного старіння на величину питомої теплоємності наповненого полівінілбутиралу	24
<i>М.С. Панченко, І.М. Панченко, О.С. Мосієвич, А.Л. Панасюк, Н.В. Поліщук, І.М. Карпович.</i> Вплив вологовмісту та пористої структури на магнітну проникність гідрофільних неорганічних полімерів	28
<i>О.П. Руденко, С.А. Стеценко, О.В. Хорольський, А.М. Гетало.</i> Дослідження швидкості поширення ультразвуку у фторпохідних метоксibenзолу на лінії насичення.....	31
<i>О.П. Руденко, А.М. Гетало, С.А. Стеценко.</i> Механізм в'язкої течії деяких фторзаміщених аліфатичних спиртів	34
<i>О.П. Руденко, О.В. Хорольський, В.В. Прокопенко.</i> Акустичні дослідження розчинів деяких галоїд-1-нафтоїних кислот	36
<i>Ю.Р. Максимцев, Б.Б. Колупаєв, О.М. Волошин, Ляшук Т.Г.</i> Вплив зовнішнього електричного поля на теплофізичні властивості пластифікованого полівінілхлориду.....	39
<i>М.О. Волошин.</i> Структурно-об'ємні та фізико-механічні властивості ПVB-металонанокомпозитів	42
<i>В.В. Левчук, Є.В. Лебедев, В.В. Клепко, Б.Б. Колупаєв.</i> Коливально-хвильові процеси в гетерогенних полімерних системах на основі полівінілхлориду.....	47
<i>Т.М. Шевчук, М.А. Бордюк, Дем'янюк Б.П.</i> Оцінки параметрів рухливості структурних елементів макромолекул лінійних аморфних полімерів на основі наноструктурного підходу	50
<i>М.І. Шут, П.М. Малежик, Т.Г. Січкач, А.М. Шут, Н.М. Зазимко.</i> Механічні властивості нанокомпозиту на основі епоксидного полімеру ED-20.....	55
<i>В.О. Сідлецький, В.Б. Демчук, Б.С. Колупаєв.</i> Вплив гнучкості макромолекул на інкремент теплоємності полімерів при температурі склування.....	58
<i>О.Є. Сергєєва, С.Н. Федосов.</i> Піроелектрична активність сегнетоелектричних полімерів і її зв'язок з перемкнутою поляризацією	62
<i>В.М. Гудь.</i> Дослідження оптичних властивостей полімерних композиційних матеріалів методом ІЧ-спектроскопії	64

**ФІЗИКА
КОНДЕНСОВАНИХ
ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ
СИСТЕМ**

Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету
Випуск 14.

Відповідальний за випуск *Бордюк М.А.*
Випуск підготував *Сідлецький В.О.*
Підписано до друку 29.01.2010 р. Тираж 100 прим.

Рівненський державний гуманітарний університет
33000, м. Рівне, вул. Остафова, 31.