РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФІЗИКА КОНДЕНСОВАНИХ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СИСТЕМ

Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету

Випуск 13

РІВНЕ – 2008

ФІЗИКА КОНДЕНСОВАНИХ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СИСТЕМ

Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету
Випуск 13. – Рівне: РДГУ, 2008. – 83с.

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. Клепко***
(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. Лєбєдєв***
(Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, м. Київ)

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

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

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

к.ф.-м.н., професор ***В.І. Нікітчук***
(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)

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

д.ф.-м.н., професор, член-кореспондент НАН України ***В.І. Слісенко***
(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. Шут***
(Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова, м. Київ)

Друкується за рішенням Вченої Ради Рівненського державного гуманітарного університету (протокол № 3 від 31 жовтня 2008 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

© Рівненський державний гуманітарний університет, 2008

Література:

1. *Нильсен Л.* Механические свойства полимеров и полимерных композиций. – М.: Химия, 1978. – 310 с.
2. *Demczyk, B.G.; Wang Y.M., Cumings J., Hetman M., Han W., Zettl A., Ritchie R.O.* Direct mechanical measurement of the tensile strength and elastic modulus of multiwalled carbon nanotubes // Materials Science and Engineering. – 2002. – V. 334, № 1-2. – P. 173–178.
3. *Monthioux M., Kuznetsov V.L.* Who should be given the credit for the discovery of carbon nanotubes?// Carbon.–2006.– V. 44, № 9.– P. 1621-1623.
4. *Sishen X., Li W., Pan Z., Chang B., Sun L.* Carbon nanotube arrays // Materials Science and Engineering. – 2000.– V. 286,№ 1.– P. 11-15.
5. *Hammel E., Tang X., Trampert M., Schmitt T., Mauthner K., Eder A. and Pötschke P.* Carbon nanofibers for composite applications // Carbon.– 2004.– V. 42, № 5-6.– P. 1153-1158.
6. *Valentini L., Biagiotti J., Lopez-Manchado M. A., Santucci S. and Kenny J. M.* Effects of Carbon Nanotubes on the Crystallization Behavior of Polypropylene // Polymer Eng. and Sci. –2004, V.. 44, № 2. – P. 303-311.
7. *Tjong S.C., Liang G.D. and Bao S.P.* Electrical behavior of polypropylene/ multiwalled carbon nanotube nanocomposites with low percolation threshold // Scripta Materialia. . – 2007.– V. 57, № 6. – P. 461-464.
8. *López Manchado M.A., Valentini L., Biagiotti J. and Kenny J.M.* Thermal and mechanical properties of single-walled carbon nanotubes–polypropylene composites prepared by melt processing // Carbon. – 2005. – V. 43, № 7.– P. 1499-1505.
9. *Привалко В.П., Ярема Г.Е., Бесклубенко Ю.Д., Титов Г.В.* Термоэластометр для комплексного исследования теплофизических свойств полимерных систем // Физические методы исследования полимеров (под. Ред. В.П. Привалко). – К.: Наук. Думка, 1981. – 107с.
10. *Thompson W.* Trans. R. Soc. Edin., *Vol. 20 (1953).*
11. *Simha R.* and *Somcynsky T.* On the Statistical Thermodynamics of Spherical and Chain molecule Fluids // Macromolecules. – 1969.– V. 2.–.№4 – P. 342-350.
12. *Olabisi O. and Simha R.* Configurational Thermodynamic Properties of amorphous Polymers and Polymer Melts // Macromolecules.– 1975.– V. 8.–№ 2.– P. 206-218.
13. *Chang T.E., Jensen L.R., Kisliuk A., Pipes R.B., Pyrz R. and Sokolov A.P.* Microscopic mechanism of reinforcement in single-wall carbon nanotube/ polypropylene nanocomposite // Polymer.– 2005.– V. 46, № 2.– P. 439-444.
14. *Lee G.W., Jagannathan S., Chae H. G., Minus M. L. and Kumar S.* Carbon nanotube dispersion and exfoliation in polypropylene and structure and properties of the resulting composites // Polymer.– 2008.– V. 49, № 7.– P. 1831-1840.
15. *Xu D.and Wang Z.* Role of multi-wall carbon nanotube network in composites to crystallization of isotactic polypropylene matrix // Polymer.– 2008.– V. 49, № 1.– P. 330-338.

УДК 678.01:536+678.743.22.

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ ГЕТЕРОГЕННИХ ПОЛІМЕРНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНЕСЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

М.А. Бордюк, Т. М. Шевчук

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

Із використанням модельних підходів до аналізу процесів перенесення теплової енергії оцінено мікроструктурні параметри гетерогенних полімерних систем, на основі лінійних полімерних систем. З'ясований вплив ангармонічних ефектів на ці параметри.

With the use of the model going near the analysis of processes of transference of thermal energy the microstructure parameters of the heterogeneous polymeric systems are appraised, on the basis of the linear polymeric systems. The found out influence of anharmonic effects is on these parameters.

Вступ

Більш високий рівень методів дослідження матеріалів за допомогою електронної мікроскопії високої здатності, зондової скануючої електронної мікроскопії, високоселективної масс-спектроскопії, удосконалення підготовки зразків дало можливість детектувати одинокі молекули, вивчати поведінку малих ансамблів атомів, молекул [1].

Виходячи з особливості будови макромолекул полімерів, слід вказати на можливості формування наноструктур в таких системах [2].

Структурні особливості макромолекул характеризуються конфігурацією, конформацією, молекулярною упаковкою ланцюгів, яка визначається характером і енергією міжмолекулярних взаємодій. Для полімерів особливістю є те, що їх структуроутворення можна охарактеризувати на основі підсистемного підходу: атомна група – сегмент,

ділянка ланцюга – клубок, глобула, кристаліт – надмолекулярні утворення. Це вказує на те, що для полімерів розміри нанообластей можуть змінюватися в межах 1÷100 Å і більше.

Формування наноструктурних елементів і нанореакторів в полімерах можливе при їх синтезі з наступною передачею інформації наноструктурних утворень на мікрорівень [3].

Змінити структуру полімерних систем і їх властивості можна внесенням в полімерну матрицю наповнювачів [4].

Відповідно до цього, **мета роботи** полягає в тому, щоб оцінити структурні параметри мікроблоків гетерогенних систем, на основі лінійних аморфних полімерів, що приймають участь в процесах перенесення теплової енергії і з'ясувати вплив структурного ангармонізму на їх значення.

I. Експериментальна частина

Для досліджень були вибрані лінійні гнучколанцюгові полімери вінілового ряду – полівінілхлорид (ПВХ) і полівінілбутираль (ПВБ).

Як наповнювач для отримання полімерного композиційного матеріалу (ПКМ), в якому б оптимально поєднувались бажані властивості компонентів, використовувався фосфогіпс (ФГ), мідь (Cu) [5].

Зразки для експериментальних досліджень готували методом механічного змішування ПВХ із мінеральними та полімерними наповнювачами та з подальшим висушуванням у сушильній шафі і під вакуумом до сталої маси. Кількість введеного наповнювача контролювали ваговим методом. ПКМ готували в T–p режимі.

Зразки нагрівали до температури 403 К і під тиском 10 МПа охолоджували до 293 К. Швидкість охолодження зразків становила 3 К/хв [6].

Густину (ρ) ПКМ вимірювали дилатометричним методом, в основу якого покладено метод гідростатичного зважування (відносна похибка вимірювань густини ε_ρ = 0,03% при α = 0,95).

Для широкотемпературних вимірювань теплофізичних величин ПКМ використовували автоматичний комплекс на базі серійних установок типу "ИТ-С-400"(ГОСТ 8.001-71) та "ИТ-λ-400"(ГОСТ 8.001-80), в основу принципу роботи яких покладено метод монотонного нагріву зразка, що дозволило дослідити температурні залежності питомої теплоємності (c_p) та теплопровідності (λ) композицій при контролі температури з точністю ε_T = 0,1%. Похибка вимірювань c_p не перевищує 1%, λ – 3% при $\varepsilon_л$ = 0,95 у всьому робочому діапазоні температур [7].

II. Моделювання процесів переносу тепла

Подамо ПВХ $[–CH_2–CHCl–]_n$ точковими масами у вигляді атомних груп CH_2. Згідно з [8-10] ці атомні групи поєднані зв'язками, що характеризуються силовими константами f_1 і f_2.

При розгляді макромолекули у вигляді ланцюга кожний структурний елемент (атомна група) буде характеризуватися двома ангармонічними константами силової взаємодії відповідного порядку. У випадку міжатомної взаємодії (за ланцюгом головних валентностей) це можуть бути силові константи третього, четвертого і т.д. порядків, які відповідно будемо позначати q, h і т.д. Деформацію валентних кутів і міжмолекулярну взаємодію визначають ангармонічні силові константи q', h' і т.д.

Ангармонізм теплових коливань квазірешітки, міжатомних (міжмолекулярних) зв'язків і нелінійність сил міжмолекулярної взаємодії оцінювали на основі параметра Грюнайзена. При цьому термодинамічний параметр Грюнайзена γ_T відтворює ангармонічність, усереднену за всіма коливальними модами, а решітковий γ_L відображає ангармонічність, усереднену за міжланцюговими коливальними модами [11].

Для визначення решіткового параметра Грюнайзена використали два підходи. Згідно з першим підходом, запропонованим у роботі [12], квазірешітковий параметр Грюнайзена визначили як

$$\gamma_L = -\frac{d\ln\overline{\upsilon}}{d\ln V} + \frac{1}{2}, \qquad (1)$$

де $\overline{\upsilon}$ – середня швидкість фононів у системі; V – питомий об'єм.

Згідно з ідентичністю потенціалу міжатомної і міжмолекулярної взаємодії для гетерогенних полімерних систем коефіцієнт Пуассона пов'язаний із параметром Грюнайзена співвідношенням [13]

$$\gamma_L = \frac{1+\nu}{1-2\nu}. \qquad (2)$$

Для визначення термодинамічного параметра Грюнайзена γ_T використаємо співвідношення

$$\gamma_T = \frac{\Delta\alpha \cdot K}{\rho \cdot c_V}, \qquad (3)$$

де ρ – густина композиції, c_V – питома теплоємність, K – динамічний об'ємний модуль. Величину $\Delta\alpha$ у співвідношенні (3) можна трактувати як температурний коефіцієнт об'ємного розширення. З іншого боку для склоподібних систем $\Delta\alpha$ можна розглядати як коефіцієнт теплового розширення флуктуаційного вільного об'єму, який дорівнює різниці коефіцієнтів об'ємного температурного розширення вище і нижче температури склування ($\Delta\alpha = \alpha_c - \alpha$). При визначенні γ_T використовували температурну і концентраційну залежність величин, які входять у співвідношення (3). Значення параметрів Грюнайзена для цих систем бралися з робіт [13-15].

Для моделювання процесів перенесення теплової енергії в аморфних лінійних полімерах будемо розглядати структурний елемент макромолекули як джерело носіїв енергії. Такими носіями енергії за ланцюгом головних валентностей макромолекули є поздовжні фонони, довжина вільного пробігу яких рівна міжатомній відстані (l). При цьому в системі координат, пов'язаній із таким структурним елементом, носії розповсюджуються в усіх напрямках із рівною ймовірністю. Будемо вважати, що випромінені елементами структури носії енергії поглинаються у разі потрапляння на інші структурні елементи макромолекули.

Такий підхід, з урахуванням складової теплопровідності, зумовленої коливаннями скелета полімерного

ланцюга дає загальний вираз для теплопровідності гетерогенних полімерних систем [16-18]:

$$\lambda = \tilde{N}_V \cdot \rho\left(\frac{\pi}{12}\cdot \upsilon_l \cdot l + \frac{\gamma_{\grave{o}}}{\gamma_L}\cdot\frac{\upsilon_t \cdot d}{8}\right) + \frac{2}{9}\rho \cdot \tilde{N}_{V\tilde{n}\hat{e}\hat{a}\hat{e}.} \cdot \gamma_L \cdot l \cdot \upsilon_l , \qquad (4)$$

де d – поперечні розміри мікроблоків, що приймають участь у теплопереносі.

III. Визначення лінійних розмірів структуроутворень, що приймають участь у тепло переносі

Аналізуючи процеси теплопереносу в гетерогенних полімерних системах, можна визначити лінійні розміри областей і структуроутворень, які приймають участь в тому чи іншому механізмі передачі тепла. Для проведення таких оцінок використаємо теоретичні співвідношення для теплопровідності (4). Як показують результати співставлення експериментальних значень з теоретичними, відносна похибка складає 2-7%, що дозволяє використовувати експериментальні значення теплопровідності при з'ясуванні процесів структуроутворення в гетерогенних полімерних системах.

Якщо розглянути області температур $T<T_\beta$, то в співвідношенні (4), складовими теплопровідності, зумовленої скелетними коливаннями і дифузійним механізмом теплопереносу можна знехтувати і вважати, що в такому процесі перенесення теплової енергії здійснюється за рахунок реалізації внутрішньомолекулярної взаємодії за ланцюгом головних валентностей, що реалізується шляхом поширення теплових поздовжніх фононів; за рахунок реалізації міжмолекулярної взаємодії, між боковими групами макромолекул, що зумовлює поширення теплових поперечних фононів. При врахуванні таких механізмів переносу тепла в гетерогенних полімерних системах на основі аморфних лінійних полімерів, для визначення теплопровідності будемо використовувати співвідношення (4) нехтуючи доданком, що зумовлений скелетними коливаннями. У цьому співвідношенні будемо вважати, що довжина вільного пробігу теплових поздовжніх фононів структурної підсистеми в першому наближенні співпадає з середньою відстанню між двома сусідніми атомами C-C. Тоді, згідно співвідношення (4), отримаємо, що поперечні розміри (лінійні) мікроблоків, що приймають участь у теплопереносі за рахунок реалізації міжмолекулярної взаємодії рівні:

$$d = \left(\frac{8\lambda}{C_V \rho \upsilon_t} - \frac{2\pi \cdot l \cdot \upsilon_l}{3\upsilon_t}\right)\cdot\frac{\gamma_L}{\gamma_T} . \qquad (5)$$

Якщо розглянути ідеальну полімерну сітку, в якій в однаковій мірі реалізуються міжатомні і міжмолекулярні зв'язки $\gamma_L=\gamma_T$, будемо мати, що:

$$d_0 = \left(\frac{8\lambda}{C_V \rho \upsilon_t} - \frac{2\pi \cdot l \cdot \upsilon_l}{3\upsilon_t}\right). \qquad (6)$$

У загальному випадку, з урахуванням (6),

$$d = d_0 \frac{\gamma_L}{\gamma_T} . \qquad (7)$$

Аналіз співвідношення (7) показує (рис.1а, б), що у випадку $\gamma_T = \text{const}$, розміри мікроблоків $d \sim \gamma_L$ і визначаються ступенем ангармонізму, що виникає при реалізації міжмолекулярної взаємодії. Зростання решіткового параметру ангармонічності, усередину за міжмолекулярними коливальними модами, проводять до зростання значень d, що вказує на зростання розмірів (поперечних) структуроутворень, що приймають участь в дисипаціях теплової енергії. При $\gamma_L = \text{const}$, залежність d від γ_T вказує на те, що зростання параметру Грюнайзена, що відтворює ангармонічність усередину за всіма коливальними модами призводить до зменшення d.

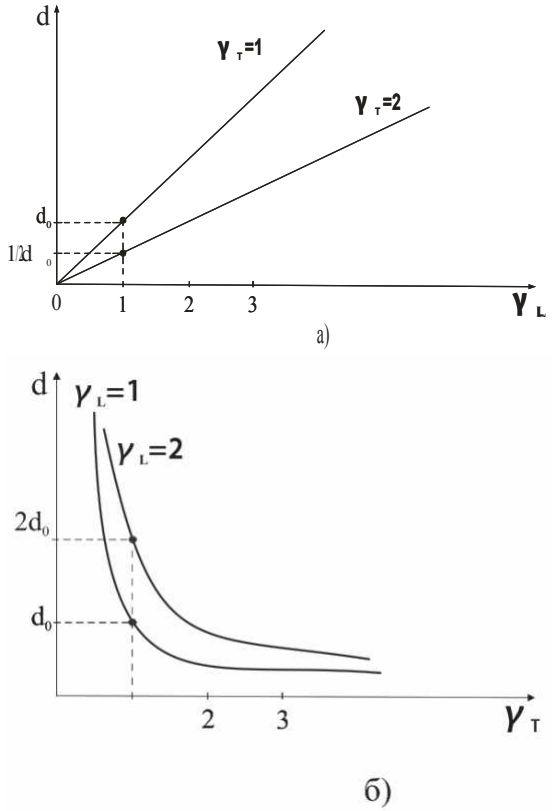

Рис. 1. Залежність d від γ_L ($\gamma_T = \text{const}$) (а) і d від γ_T ($\gamma_L = \text{const}$) (б).

Використовуючи співвідношення (6) і (7) проаналізуємо концентраційну залежність поперечних розмірів мікроблоків для систем ПВХ+ФГ і ПВХ+Cu (рис. 2). Аналіз концентраційної залежності для систем на основі ПВХ, наповнених мінеральними наповнювачами вказує на те, що значення d_0 залежать від вмісту, але виду. Для систем ПВХ+ФГ в області малого вмісту наповнювача розміри блоків незначні і при зміні концентрації 0,1-1 об.% зміни величини d_0 складають порядку 0,5Å. Тобто при такому вмісті ФГ передача теплової енергії за рахунок реалізації міжмолекулярних зв'язків здійснюється на незначні відстані. В області концентрацій наповнювача 3,0-5,0 об.% значення d_0 досягає максимальних значень. Збільшення вмісту ФГ в системі ПВХ+ФГ від 5 об.% до 15 об.% приводить до зменшення величини d_0.

Концентраційна залежність величини d_0 для систем ПВХ+Cu характеризується тим, що в області концентрацій міді 5-7 об.% спостерігається максимум.

Потрібно зауважити, що для систем ПВХ+Cu в усьому діапазоні концентрацій наповнювача d_0 вищі ніж для системи ПВХ+ФГ.

З урахуванням значень γ_L, γ_T проводили розрахунки d для цих же систем. Характер залежності d для систем ПВХ+ФГ, ПВХ+Cu корелює з відповідною концентраційною залежністю величини d_0. Порівняння відповідних значень d для систем ПВХ+ФГ із значеннями для систем ПВХ+Cu показує, що в цій області концентрацій наповнювача для останніх систем вони вищі.

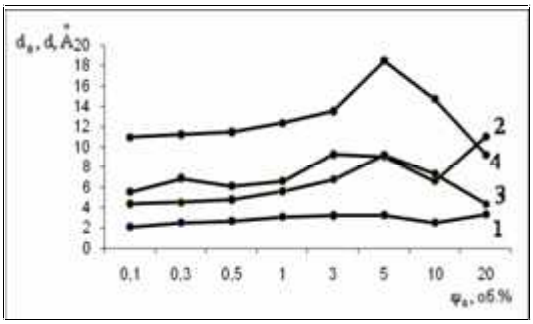

Рис. 2. Концентраційна залежність d_0 (1, 3), d (2, 4) для систем ПВХ+ФГ (1, 2), ПВХ+Cu (3, 4).

Це вказує на те, що в системі ПВХ+Cu передача теплової енергії здійснюється в більшому поперечному перерізі тепловими фононами, ніж в системах ПВХ+ФГ.

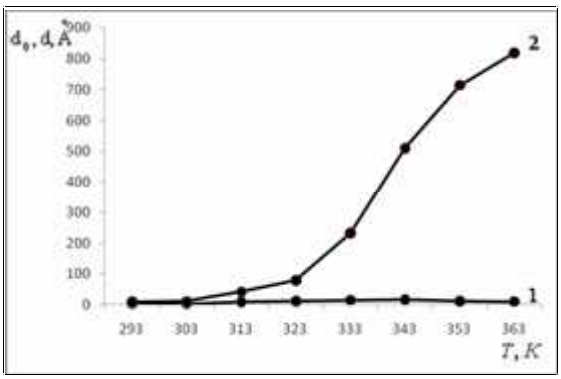

Рис. 3. Температурна залежність d_0 (1), d (2) для системи ПВХ+3 об.% ФГ.

Температурна залежність (d_0, d) для систем ПВХ+ФГ (рис. 3) носить не монотонний характер. В температурному інтервалі 293-303 К зміни величин d_0, d незначні. Найбільш суттєвий стрибок величин d_0, d характерний для температурного інтервалу 323-333 К. Для температурної залежності d від T характерне збільшення поперечних розмірів поширення теплових фононів в усьому розглянутому температурному інтервалі. Якщо вважати відсутнім скелетний механізм передачі тепла, то в області температурного β -переходу зростає вклад зумовлений передачею теплової енергії боковими групами, що і приводить до зростання d. Збільшення величини d в даній температурній області пояснюється і зростанням значень γ_L і зменшенням величини γ_T для системи ПВХ+3 об.% ФГ.

Аналіз концентраційної залежності поперечних розмірів мікроблоків, що приймають участь в процесі теплопереносу для систем ПВХ+ПВБ (рис. 4) показує, що їх значення залежать від вмісту ПВБ у системі. У міру зростання вмісту ПВБ до 12 об.% величина d_0 (d) змінюється не значно, що вказує на те, що в процесах переносу теплової енергії в таких системах приймають участь структуроутворення, близькі за лінійними розмірами. В області вмісту полімерного наповнювача 23,0 об.% величина d_0 (d) зростає, а в області концентрації 32,0-100 об.% практично не змінюється.

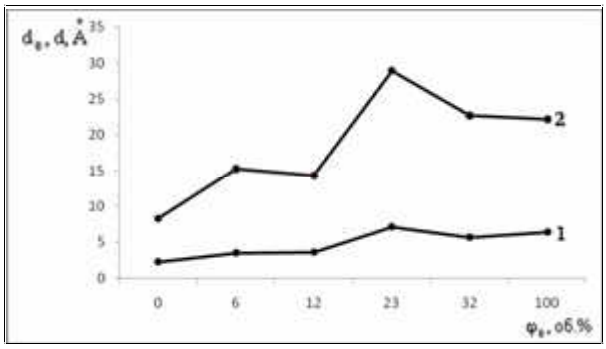

Рис. 4. Концентраційна залежність d_0 (1), d (2) для системи ПВХ+ ПВБ.

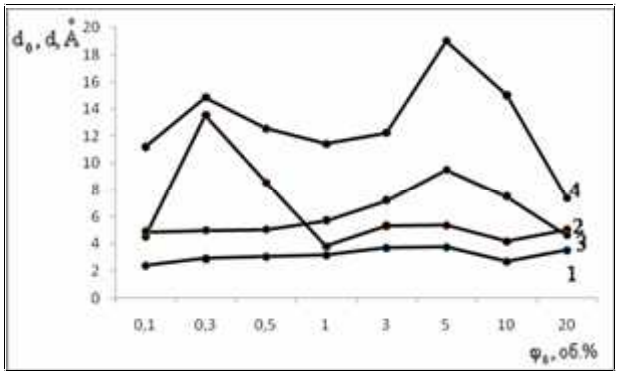

Рис. 5. Концентраційна залежність d_0 (1, 3), d (2, 4) межових шарів систем ПВХ+ФГ (1, 2), ПВХ+Cu (3, 4).

Оскільки в процесі теплопереносу приймають участь і скелетні коливання полімерного ланцюга, визначали розміри цих структуроутворень. При температурах 288-293К, як зазначалося раніше, вклад таки коливань у теплопровідність не значний, проте навіть у цій області температур такі процеси можливі. Значення лінійних розмірів таких структуроутворень визначається ангармонічними ефектами, що характеризується параметром γ_L. На рис. 5 подано концентраційну залежність лінійних розмірів таких структуроутворень для систем ПВХ+ФГ, ПВХ+Cu, ПВХ+ПВБ. Для ПВХ+ФГ, ПВХ+Cu максимальні значення $\gamma_L \cdot l$ характерні для систем, що містять 0,3-0,5об.% наповнювача, що вказує на те, що в цій області мінерального наповнювача інтенсивно проходить процес формування межових шарів. В областях вмісту 3,0-20,0об.% як мінерального наповнювача, так і полімерного, лінійні розміри структуроутворень, що приймають участь у скелетних коливаннях суттєво не змінюються. Можна говорити по те, що в таких системах як у полімерній матриці, так і у межових і перехідних шарах у скелетних рухах приймають участь однакові ділянки полімерного ланцюга.

Температурна залежність $\gamma_L \cdot l$ (рис. 6) для систем ПВХ, ПВХ+3,0об.% ФГ, ПВХ+3,0об.%ПВБ показує, що при рості температури збільшуються лінійні розміри полімерного ланцюга, який приймає участь у скелетних коливаннях, що зумовлює збільшення частки їх теплопровідності. Проведені температурні зрізи (T=const) для цих систем показують, що найбільш виражені скелетні коливання (за лінійними розмірами) в системі ПВХ+3,0 об.% ПВБ, а найменші – ПВХ+3,0 об.% ФГ.

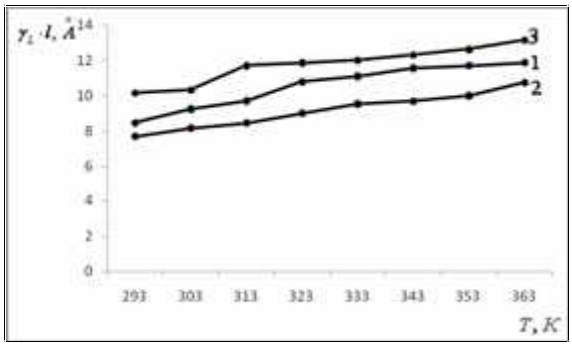

Рис. 6. Температурна залежність $\gamma_L \cdot l$ для систем ПВХ (1), ПВХ + 3,0 об.% ФГ (2), ПВХ + 3,0 об.% ПВБ (3).

Аналіз температурної залежності $\gamma_L \cdot l$ для ПВХ-систем показує, що найбільш суттєві зміни цієї характеристики спостерігаються в температурних інтервалах 303-323 К і 343-363 К. Це вказує на те, що в областях βіα -переходу лінійні розміри структуроутворень, що приймають участь в скелетних коливаннях суттєво змінюються. У цих температурних інтервалах зростає і частка теплопровідності, що зумовлюється ними.

Висновки

Таким чином, аналіз процесів теплопереносу в гетерогенних полімерах системах з використанням модельних підходів дає можливість оцінити лінійні розміри мікроблоків, що приймають участь у процесах дисипації теплової енергії, з'ясувати вплив ангармонічних ефектів на ці процеси. Введення мінеральних та полімерних наповнювачів у полівінілхлорид призводить до змін процесів структуроутворень, що приймають участь у процесах передачі та дисипації теплової енергії.

Література:

1. *Фреїк Д.М.*, *Яцишин Б.П.* Технологічні аспекти нанокластерних і нанокристалічних структур (Огляд) // Фізика і хімія твердого тіла. – 2007. – Т. 8, № 1. – С.7-24.
2. *Иванчев С.С.*, *Озерин А.Н.* Наноструктуры в полимерных системах // Высокомолекулярные соединения. – 2006. – Т. 48 (Б), № 8. – С. 1531-1544.
3. *Сергеев Г.Б.* Нанохимия. – М.: МГУ, 2007. – 336 с.
4. *Липатов Ю.С.* Физико-химические основы наполнения полимеров. – М.: Химия, 1991. – 260 с.
5. *Бордюк Н.А.*, *Волошин О.М.*, *Демьянюк Б.П.*, *Колупаев Б.С.* Теплофизические свойства модифицированного поливинилхлорида // Высокомолек. соединения. – 1990. – Т. 32. – А, № 6. – С. 1232-1237.
6. *Бордюк Н.А.*, *Колупаев Б.С.*, *Волошин О.М.* Влияние давления прессования на вязкоупругие и структурно-механические свойства наполненного поливинилхлорида // Физика и техника высоких давлений. – 1995. – № 3. – С. 49-58.
7. *Бордюк М.А.*, *Іваніщук С.М.*, *Колупаєв Б.С.*, *Мащенко В.А.*, *Мусій Ю.В.* Теплопровідність пластифікованих полімер-полімерних систем // Фізика конденсованих високомолекулярних систем. – 1998. – Вип. 5. – С. 40-42.
8. *Зерби Дж.* Динамика молекул и колебательные спектры полимеров // Колебательная спектроскопия. Современные воззрения. Тенденции развития. – М.: Мир, 1981. – С. 419-447.
9. *Пейтнер П.*, *Коулмен М.*, *Кёниг Дж.* Теория колебательной спектроскопии. Приложение к полимерным материалам. – М.: Мир, 1986. – 580 с.
10. *Чу Б.*, *Ву Ч.* Переход клубок-глобула: самоорганизация одиночной полимерной цепи // Высокомолек. соединения. – 1996. – Т. 38. – А, № 4. – С. 574-581.
11. *Сандитов Д.С.*, *Монтатов В.В.* О преобразовании уравнения Грюнайзена применительно к стеклующимся системам // Физика и химия стекла. – 1991. – Т. 17, № 1. – С. 174-179.
12. *Козлов Г.В.*, *Сандитов Д.С.* Ангармонические эффекты и физико-механические свойства полимеров. – Новосибирск: ВО «Наука», 1994. – 261 с.
13. *Бордюк М.А.*, *Бордюк Т.М.*, *Іваніщук С.М.*, *Колупаєв Б.С.* Вплив температурного поля на прояви ангармонічних ефектів у гетерогенних полімерних системах на основі полівінілхлориду // Фізика конденсованих високомолекулярних систем. – 2002. – Вип. 9. – С. 16-19.
14. *Бордюк Т.*, *Бордюк М.* Вплив ангармонічних ефектів на взаємодію структурних елементів макромолекул полівінілхлориду // Вісник Львівського університету. Серія фізична. – 2003. – Вип. 36. – С. 182-191.
15. *Шевчук Т.*, *Бордюк М.* Вплив ангармонічних ефектів на релаксацію структурних елементів макромолекул наповненого полівінілхлориду // Вісник Львівського університету. Серія фізична. – 2008. – Вип. 42. – С. 8-22.
16. *Бордюк М.А.*, *Волошин О.М.*, *Колупаєв Б.С.*, *Ліпатов Ю.С.* Процеси перенесення теплової енергії в гетерогенних системах на основі лінійних аморфних полімерів // УФЖ. – 1996. – Т. 41, № 4. – С. 438-441.
17. *Бордюк Н.А.*, *Шевчук Т.Н.*, *Колупаев Б.С.* Влияние структурного ангармонизма на процессы переноса тепловой энергии в наполненных линейных гибкоцепных полимерах // Фізика конденсованих високомолекулярних систем. – 2005. – Вип. 11. – С. 3-7.
18. *Шевчук Т.*, *Бордюк М.* Вплив ангармонізму коливань структурних елементів макромолекул на теплопровідність наповненого полівінілхлориду // Вісник Львівського університету. Серія фізична. – 2008. – Вип. 41. – С. 198-210.

ЗМІСТ

В.В. Клепко, Б.Б. Колупаєв, Є.В. Лебедєв. Нормально-координатний аналіз змін частотного спектру аморфних полімерних систем 3

Б.Б. Колупаєв, В.В. Клепко. Вплив інгредієнтів на топологію фази наповнювача та частотний спектр аморфних полімерів 10

О.П. Руденко, О.В. Саєнко, В.В. Прокопенко. Дослідження пружних властивостей перфторполіефірів вздовж кривої рівноваги 17

В.О. Віленський, В.Л. Демченко, Ю.Ю. Керча, М.І. Шут. Дослідження термомеханічних та теплофізичних властивостей нанокомпозитів на основі поліепоксиду та дисперсних наповнювачів різної природи 18

В.В. Корсканов, А.А. Усенко, В.В. Клепко. Теплофізичні властивості поліпропілену, наповненого карбонанотрубками при підвищених тисках 24

М.А. Бордюк, Т.М. Шевчук. Визначення структурних параметрів гетерогенних полімерних систем на основі аналізу процесів перенесення теплової енергії 28

Т.Ю. Нижник, І.М. Астрєлін, В.В. Нижник, Т.В. Мурланова. Поверхнева активність полігексаметиленгуанідину на границі поділу «водний розчин-повітря» у присутності металів 33

Т.Ю. Нижник, І.М. Астрєлін, В.В. Нижник, Т.В. Мурланова. Реологія розчинів полігексаметиленгуанідину солянокислого з хлоридами металів 36

T.V. Murlanova, P.V. Vakuliuk, V.V. Nyzhnyk, T.Yu. Nyzhnyk. Antibacterial track membranes with complex of chitosan-metal on their surface 40

М.С. Панченко, Н.В. Поліщук, І.М. Панченко, О.С. Мосієвич, А.Л. Панасюк, І.М. Карпович. Інтенсифікація вологопереносу в іононасиченому неорганічному полімерів під дією електричного поля 44

О.С. Слободницький. Загальні міркування щодо статистичного методу одержання рівняння с тану (зовнішнього тиску) реального газу 49

В.В. Клепко, О.М. Фоменко, Ю.П. Гомза, С.Д. Несін, М.А. Гуменна, Н.С. Клименко, В.В. Шевченко. Вплив природи кінцевих груп на структуру і діелектричні властивості поліуретанів на основі поліедральних силсесквіоксанів 56

В.М. Гудь, Б.С. Колупаєв, В.В. Крівцов. Вплив вологовмісту на структуроутворення полімерних системи 60

Ю.Р. Максимцев, В.О. Сідлецький, В.В. Левчук, Б.С. Колупаєв. Дослідження електричної релаксації пластифікованих аморфних полімерів 62

В.В. Клепко, Ю.П. Гомза, Б.Б. Колупаєв, В.И. Слисенко, А.А. Васильковевич. Особенности структуры и динамики молекул гель-электролитов на основе ПВХ 66

В.В. Клепко, Ю.П. Гомза, Е.А. Лисенков. Структура та теплофізичні властивості системи ПЕГ/монтморилоніт 69

Р.В. Дінжос, С.В. Лобков, М.А. Рехтета, Е.Г. Привалко. Кінетика неізотермічної кристалізації полімерної композиції на основі полівініліденфториду 71

Р.В. Дінжос, М.А. Рехтета, Е.Г. Привалко. Механізм та кінетика неізотермічної кристалізації нанокомпозитів на основі поліпропілену 77

Правила оформлення та подання рукопису до збірника «Фізика конденсованих високомолекулярних систем»

1. До опублікування в збірники приймаються праці з фізики високомолекулярних та гетерогенних систем (Постанова ВАК України від 09.06.1999 р. №1 – 05/7);
2. Статті подаються до редакції у двох формах: у вигляді файла на дискеті 3,5" (1,44); роздруковані в двох екземплярах;
3. Стаття подається на листах формату А4 (210×297). Поля: ліве – 3 см; праве – 2 см; верхнє – 2,5 см. Номер сторінки проставляться внизу. Рукопис повинен мати наскрізну нумерацію сторінок, міжстрочний інтервал одинарний, шрифт Times New Roman, 10;
4. Стаття набирається у редакторі Word 2000. Рисунки і фотографії слід вставляти в текст статті;
5. Рукопис починається з індексу УДК у верхньому лівому кутку листа. Текст рукопису має бути побудований за такою схемою:
   - ✓ назва статті – великими літерами (Times New Roman, 12 жирний)
   - ✓ ініціали та прізвища авторів – великими літерами (Times New Roman, 12)
   - ✓ назва організації, де працюють автори, її поштова адреса (Times New Roman,8)
   - ✓ коротка анотація двома мовами (укр. і англ., рос. і англ., англ. і укр.)
   - ✓ основний текст статті
   - ✓ література
6. Для назв таблиць використовувати шрифт Times New Roman, 10, жирний. Для підпису під рисунком використовувати шрифт Times New Roman, 8, жирний. При наборі формул використовувати вбудований у Word 2000 редактор формул;
7. Літературні джерела, що цитуються, повинні бути пронумеровані відповідно з порядком звертання до них у тексті. Посилання на джерело подається у квадратних дужках. Список літератури наводиться наприкінці статті. Бібліографічний список джерел на мові оригіналу, відповідно до форми 23 (бюлетень ВАК України №2, 1997, с. 28);
8. Позначення фізичних величин повинні подаватися в одиницях системи СІ;
9. Рукопис статті, підписаний авторами, супроводжується експертним заключенням та відомостями про авторів.
10. Рішення про публікацію статті приймає редколегія;
11. Автори можуть бути ознайомлені з коректурою статті. Зміна верстки авторами, за виключенням виправлення помилок, не допускається. Виправлену та підписану коректуру слід повернути до редакції на протязі двох днів після її отримання;
12. Робота, яка не відповідає вимогам до набору тексту, повертається авторам редколегією.

ФІЗИКА
КОНДЕНСОВАНИХ
ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ
СИСТЕМ

Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету
Випуск 13.

Відповідальний за випуск ***Бордюк М.А.***
Випуск підготував ***Сідлецький В.О.***
Підписано до друку 31.10.2008 р. Тираж 100 прим.

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