

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

- / Михайлов И.Г., Соловьев В.А., Сырников Ю.П. – М.: Наука, 1964. – 516 с.
7. Tiwari S.A. Acoustical and Thermodynamical Properties of Perfluorobenzene from Ultrasonic Data / S.A. Tiwari, S. Rajagopalan // *Acustica*. – 1989. – Vol. 68. – P. 177-180.
8. Голик А.З. О связи сжимаемости и сдвиговой вязкости со структурой вещества в жидком состоянии / А.З. Голик // *УФЖ*. – 1962. – Т.7. – №8. – С. 306-312.

УДК 537.228

ВПЛИВ ЗОВНІШНЬОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ НА ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛАСТИФІКОВАНОГО ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ

Ю.Р. Максимцев, Б.Б. Колупаєв*, О.М. Волошин, Т.Г. Ляшук

Рівненський державний гуманітарний університет, UA-33000, м. Рівне, вул. Остафова, 31
*Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, UA-02160, Київ, Харківське шосе, 48

Проведено комплексное исследование влияния пластификатора и внешнего электрического поля на теплофизические и прочностные свойства пластифицированных аморфных полимеров. Установлены аналитические соотношения для их прогнозирования.

Complex research of influence of softener and external electric field on thermophysical and durability's properties of the plasticized amorphous polymers is conducted. Analytical parities for their forecasting are established.

Розвиток сучасної фізикохімії полімерів ставить на меті пошук методів та створення новітніх технологій одержання та переробки полімерних матеріалів з програмованим комплексом їх властивостей. Традиційно на першому місці залишається синтез нових полімерів та модифікація уже існуючих шляхом введення різноманітних додаткових компонентів у існуючі полімери та системи на їх основі. Однак даний шлях не вичерпує всі можливості напрямленого впливу на комплекс властивостей полімерних систем. Додаткову можливість такого напрямленого впливу становить модифікація існуючих полімерів та полімерних композиційних матеріалів зовнішніми силовими полями. Одним із них є електричне поле [1]. Даний метод отримання та модифікації полімерних композиційних матеріалів становить значний теоретичний і практичний інтерес, оскільки дає можливість не тільки розширити область застосування традиційних полімерів, але і прогнозувати комплекс їх властивостей.

Крім того, оскільки ще не створено єдиної теорії пластифікації та антипластифікації полімерів, використання зовнішніх силових полів дає можливість не тільки дослідити вплив пластифікатора, але і дію зовнішнього електричного поля на структуроутворення та властивості композиту. Відповідно, мета і постановка задачі: на основі термодинамічних та молекулярно-кінетичних теорій високомолекулярних систем, з використанням модифікованої моделі пластифікованих гнучколанцюгових лінійних полімерів [2], дослідити та проаналізувати процес зміни внутрішньої енергії композиту, сформованого під дією електричного і механічного поля в *T-p* режимі.

Експериментальна частина

Досліджували системи на основі полівінілхлориду (ПВХ) суспензійної полімеризації з константою Фікінчера 65, очищеного переосадженням з розчину, з $MM = 1,4 \cdot 10^5$. В якості пластифікатора був вибраний дибутилфталат (ДБФ). Зразки для досліджень готували згідно [3] в *T-p* режимі з накладанням зовнішнього електричного поля напруженістю 1кВ/мм та без нього. Теплофізичні властивості досліджували методами ДТА та ДТГ за допомогою дериватографа системи Ф. Паулік, І. Паулік і Л. Ердей марки "3427-1000 °С" фірми "МОМ" (Угорщина) [4]. Міцність на стиск композицій, які перебували в склоподібному стані, визначали з допомогою універсальної випробувальної машини SZF-1 при швидкості деформації 25 мм/хв.

Результати експерименту та їх обговорення

У першому наближенні енергообмінні процеси в системі представляємо як поширення фононів під дією зовнішнього збурення. При цьому ангармонійна складова коливного руху структуроутворень створює тепловий тиск фононів.

Враховуючи зміну внутрішньої енергії системи зовнішнім електричним полем, розрахуємо і дослідимо вплив теплового тиску фононів на властивості системи та проаналізуємо релаксаційний процес переходу системи зі склоподібного у високоеластичний стан.

Температурна та концентраційна залежність питомої теплоємності (C_p) пластифікованих систем, сформованих при відсутності та наявності електричного поля засвідчує (рис. 1), що в діапазоні $303 \text{ K} < T \leq 393 \text{ K}$ є три характеристичні ділянки, які

відповідають склоподібному, перехідному та високоеластичному стану. Закономірності зміни релаксаційних станів системи проаналізовано з точки зору термодинамічного аспекту теплоємності.

Характер залежності $C_p = f(T)|_q$ показує, що під дією електричного поля відбуваються конформаційні зміни структури, що проявляється у зростанні числового значення $C_p|_T$ в порівнянні з даними при $T = \text{const}$ для систем, сформованих у відсутності поля. Так, для вихідного ПВХ, сформованого в режимі T - p при відсутності електричного поля величина $\Delta C_p/\Delta T$ в діапазоні $318 \text{ K} \leq T \leq 348 \text{ K}$ становить $2,61 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K}^2)$. У той же час для ПВХ, сформованому в полі, $\Delta C_p/\Delta T = 6,00 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K}^2)$. При введенні в систему $0,5 \text{ об. \%}$ ДБФ температурний інтервал лінійного зростання величини

C_p в склоподібному стані звужується до 25 K із зміною $\Delta C_p/\Delta T$ величиною $2,00 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K}^2)$. У випадку композиції ПВХ + $0,5 \text{ об. \%}$ ДБФ, сформованої в електричному полі, в діапазоні $\Delta T = 25 \text{ K}$ величина $\Delta C_p/\Delta T = 5,50 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K}^2)$. Встановлено, що по мірі зростання вмісту ДБФ в системі температурний інтервал інтенсивної зміни величини C_p для систем, сформованих в електричному полі, зменшується. Так, введення в ПВХ 2 об. \% ДБФ ширина інтервалу $\Delta T = 20 \text{ K}$ при зміні величини $\Delta C_p/\Delta T$ композиції, сформованої без поля, $1,80 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K}^2)$, а відповідно, при наявності поля $\Delta C_p/\Delta T = 6,50 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K}^2)$. Для системи ПВХ + 10 об. \% ДБФ, відповідно, $\Delta T = 15 \text{ K}$; $\Delta C_p/\Delta T = 1,30 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K}^2)$, а за наявності поля $\Delta C_p/\Delta T = 2,00 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K}^2)$.

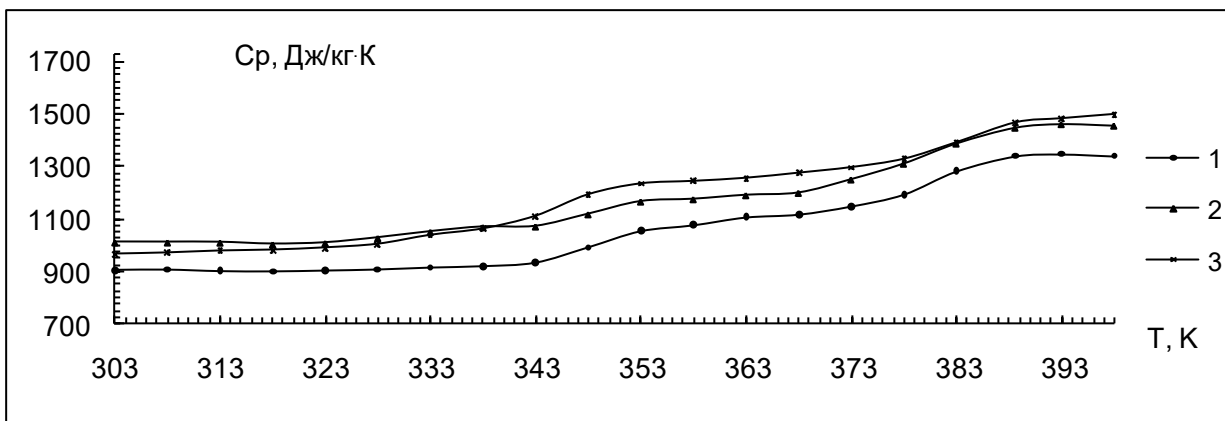


Рис. 1. Температурна залежність C_p ПВХ-систем, сформованих в T - p режимі за відсутності (1) та наявності (2, 3) зовнішнього електричного поля (1, 2 – ПВХ + $0,5 \text{ об. \%}$ ДБФ; 3 – ПВХ + 5 об. \% ДБФ).

Дослідимо температурний інтервал переходу системи із склоподібного у високоеластичний стан (T_1, T_2) як сукупність двох областей (T_1, T_c) та (T_c, T_2), де відповідно T_1, T_c, T_2 – температура початку, середньої області та завершення цього процесу. Це дає можливість визначити $\Delta H, \Delta S, \Delta G$ в діапазоні від початку до кінця процесу переходу системи в новий енергетичний стан. При цьому, в залежності від вмісту ДБФ, спостерігається два інкременти теплоємності ΔC_p , які відповідають T_c та проміжній релаксації при $T < T_c$. Характерно, що при $\phi > 5,0 \text{ об. \%}$ дві області вироджуються в одну. Це обумовлено недостатньою кількістю ДБФ в системах для порушення зв'язків між структуроутвореннями, а також неоднорідністю розподілу молекул пластифікатора, що обумовлює різну ступінь кооперативності руху сусідніх структуронів [2]. Як засвідчують результати експерименту (табл. 1) значення ΔC_1 та ΔC_2 для систем, сформованих за наявності електричного поля дещо вищі, ніж відповідні значення інкременту теплоємностей для систем, отриманих за відсутності поля.

При $T > T_c$ система зберігає значення $C_p > C_{pTc}$ та домінуючий вплив на їх величину електричного поля, оскільки тепло, що поступає в систему, як і додаткова енергія електричного поля, витрачається на перебудову збуджених структуронів, кількість яких, як і їх ступенів вільності, зростає [2].

Проаналізовано хід процесу, спрямованого на перехід системи до більш рівноважного стану, та напрям зміни структуроутворень по мірі зростання температури системи та вмісту в ній пластифікатора. З цією метою розглянемо характер температурної залежності функції Гіббса (ΔG) при $\phi = \text{const}$. Встановлено, що у всьому діапазоні змін T при $0 \leq \phi \leq 10,0 \text{ об. \%}$ ДБФ $\Delta G > 0$, тобто зміна величини рушійної сили процесу ($\Delta\mu$) за рахунок теплоти та ентропії переходу із менш рівноважного у більш рівноважний стан не може відбуватись самовільно. Для його реалізації необхідна затрата енергії у вигляді тепла. При цьому, по мірі зростання вмісту ДБФ в системах роль зовнішнього електричного поля в структуроутворенні систем зменшується. Характерно, що при $0,5 \leq \phi \leq 10,0 \text{ об. \%}$ ДБФ спостерігається тенденція до зменшення нахилу функціональної залежності потенціалу Гіббса при прагненні системи до більш рівноважного стану. Відповідно, для системи ПВХ + $0,5 \text{ об. \%}$ ДБФ співвідношення між теплою переходу і ентропією переходу становить порядку 10^2 , тоді при $\phi \leq 10,0 \text{ об. \%}$ ДБФ, це співвідношення досягає значення 75 од. По мірі збільшення вмісту пластифікатора різниця між ΔG для систем, які сформовані в полі та без нього, зменшується. Таким чином, для пластифікованих гнучко ланцюгових полімерів рушійна сила процесу залежить не лише від T, ϕ , але й від наявності

Таблиця 1.

Залежність величин температурного інтервалу α -переходу від вмісту пластифікатора та впливу зовнішнього електричного поля.

Тип композиції	ΔT , К	ΔC_1 , Дж/кг·К	ΔC_2 , Дж/кг·К	ΔC_c , Дж/кг·К
За відсутності поля				
ПВХ	5,0	30	40	10
ПВХ + 0,5 об. % ДБФ	7,5	40	80	40
ПВХ + 2,0 об. % ДБФ	8,5	30	70	40
ПВХ + 5,0 об. % ДБФ	12,5	30	60	30
ПВХ + 10,0 об. % ДБФ	13,0	–	–	–
За наявності поля				
ПВХ	7,5	30	60	30
ПВХ + 0,5 об. % ДБФ	10,0	60	140	80
ПВХ + 2,0 об. % ДБФ	10,0	70	160	90
ПВХ + 5,0 об. % ДБФ	15,0	70	120	50
ПВХ + 10,0 об. % ДБФ	14,0	–	–	–

дії зовнішнього електричного поля в T - p режимі. При цьому ефективність дії якого максимальна при $0 \leq \varphi \leq 2,0$ об. % ДБФ.

З урахуванням того, що єдиним реальним фізичним критерієм структуроутворень є їх рухливість, розглянемо ангармонійні коливання структонів, та їх тепловий тиск (p_i) при наявності $\text{grad } T$.

Для встановлення кількісного взаємозв'язку між p_i , V та T пластифікованих систем, p_i та внутрішню енергію (U) поділимо на дві складові. З цією метою представимо потенціал взаємодії між структонами за відсутності зовнішнього електричного поля у вигляді суми двох членів. Один з них не залежить від температури і характеризує міжструктонну взаємодію при $T = 0$ К. Він приймається рівним потенціалу Леннард-Джонса [5]. Другий – є функцією температури і пов'язаний з тиском, який створює потік носіїв енергії на інші структуроутворення [6]. У випадку наявності зовнішнього електричного поля врахуємо цю величину енергії у вигляді функції W^* [7]. При цьому потенціал взаємодії даного структону з будь-яким іншим структоном набуває вигляду:

$$\varphi(r) = A \left[\left(\frac{\ell}{r} \right)^{m_1} - \left(\frac{\ell}{r} \right)^{m_2} \right] + BW \left(\frac{\ell}{r} \right)^{m_3} + W^*, \quad (1)$$

де A , B , ℓ , m_1 , m_2 , m_3 – додатні сталі, причому $m_1 > m_2$, а ℓ є значення r , при якому $\varphi(r) = 0$, коли $T = 0$ (при $T = 0$, $W = 0$).

Використавши для систем умову:

$$\frac{\partial U}{\partial V} = N \frac{\partial \varphi(r)}{\partial V} = N \frac{\partial \varphi(r)}{\partial r} \cdot \frac{\partial r}{\partial V}, \quad (2)$$

де $V = N\gamma r^3$, N – число їх пар в системі, визначимо величину p_i як:

$$p_i = \frac{k}{\mu} \left(\frac{\Delta \ell}{\ell} \right)^3 = 0,015 \frac{k}{\mu}, \quad (3)$$

де $k = \sqrt{k'^2 + k''^2}$ – модуль об'ємної деформації, а k' та k'' – відповідно його дійсна та уявна частини; μ –

коефіцієнт упаковки структонів з врахуванням величини коефіцієнту їх перекриття.

В табл. 2 представлені порівняльні результати залежності межі міцності на стиск (σ_{cm}) та p_i ПВХ-систем, розрахованого згідно співвідношення (3).

Таблиця 2.

Концентраційна залежність міцності на стиск та величини теплового тиску фононів ПВХ-систем від вмісту ДБФ.

Кількість ДБФ, об. %	σ_{cm} , 10^{-6} Н·м ⁻²	p_i , 10^{-6} Н·м ⁻²
0	95	97
1	90	89
2	102	105
3	97	94
5	92	84
10	86	83

Так, введення в ПВХ вмісту ДБФ в діапазоні 0÷3 об. % приводить до нелінійного зростання величини максимальної міцності систем на стиск, екстремум якої припадає на 3 об. % вмісту пластифікатора. Подальше зростання кількості ДБФ в системі викликає зменшення величини міцності композиту. Особливо інтенсивно спад даної величини починається при $\varphi \geq 5,0$ об. % ДБФ в ПВХ-системах. Аналогічний вигляд має також залежність зміни величини теплового тиску фононів, згідно проведених розрахунків за співвідношенням (3). Визначені експериментально та розраховані величини суть одного порядку. Різниця в числових значеннях величини p_i у всьому діапазоні вмісту ДБФ, в порівнянні з σ_{cm} обумовлена тим, що в реальних умовах на величину міцності матеріалу впливає цілий ряд інших факторів, пов'язаних з дефектністю матеріалу та молекулярно-кінетичною природою руйнування полімерних систем [8].

При формуванні систем під дією електричного поля в T - p режимі характер змін величини теплового тиску фононів адекватно відтворює концентраційну

залежність величини модуля все стороннього стиску систем. При цьому максимум величини p_i , як і межі міцності на стиск, не лише зростає за величиною, але й зміщується в область меншого (2 об. %) вмісту ДБФ. Це вказує на те, що під дією зовнішнього електричного поля відбувається структуроутворення ПВХ систем, мікрорівень якого знаходить також свій прояв в макромеханічних властивостях композиту в області статичних механічних полів.

Висновок

Проведено поетапний аналіз переходу пластифікованих систем під дією температурного поля із склоподібного у високоеластичний стан. Встановлено числове значення інкременту теплоємності, ширину температурного інтервалу переходу, двостадійність процесу релаксації по зміні C_p , ρ , ΔH , ΔG , ΔS систем. Показано, що зміна внутрішньої енергії композиту зовнішнім електричним полем в $T-p$ режимі приводить до виникнення теплового тиску, що обумовлює деформацію системи. Розраховано і досліджено вплив теплового тиску фононів, як функцію внутрішньої енергії, що є мірою зростання величини ангармонійних зв'язків між структуроутвореннями системи. На основі аналізу квазірівноважного стану системи розрахована величина максимального значення відносної деформації її структур. З врахуванням зміни величини коефіцієнту перекриття структурних елементів полімерної матриці від її хімічного складу та мікрохарактеристик системи отримано аналітичне співвідношення для розрахунку межі міцності на стиск, як однієї з основних макрохарактеристик

композиту. Це дозволяє прогнозувати комплекс властивостей композиту.

Література:

1. *Бартев Г.М., Френкель С.Я.* Фізика полимеров. – Л.: Химия, 1990. – 430 с.
2. *Максимцев Ю.Р.* Структурно-статистична модель пластифікованих лінійних полімерів. // Фізика конденсованих високомолекулярних систем. Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету. – Рівне, 2007. – Вип. 12. – С. 75 – 77.
3. *Колупаев Б.С., Бордюк Н.А., Іванищук С.Н., Гусаковский С.М.* Исследование акустических свойств систем полимеров. // Акустический журнал, 1998. – Т.44, №1. – С. 27-30.
4. Дериватограф системы Ф. Паулик, И. Паулик, Л. Эрдей. Инструкция по эксплуатации. – Будапешт: Венгерский оптический завод. – 256 с.
5. *Frenkel S.* Thermokinetics of formation of polymeric mesomorphous phases in block copolymers and polymer mixtures. // J. Polym. Sci. Polym. Symp.– 1977, № 61.– p. 327–350.
6. *Бордюк Н.А., Волошин О.М., Демьянюк Б.П., Липатов Ю.С., Колупаев Б.С.* Теплофизические свойства модифицированного поливинилхлорида. // Высокомолек. соед. А. – 1990. –Т. 32, №6. – С. 1232–1237.
7. *Слэтер Дж.* Диэлектрики, полупроводники, металлы. – М.: Мир, 1989.– 216 с.
8. *Ван Кревелен Д.В.* Свойства и химическое строение полимеров / Пер. с англ.– М.: Химия, 1976. – 414 с.

УДК 539. 199: 541.64

СТРУКТУРНО-ОБ'ЄМНІ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПVB-МЕТАЛОНАНОКОМПОЗИТІВ

М.О. Волошин

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

Одержано системи на основі полівинілбутиралу, який наповнено наночастинками міді. Показано, що топологічні та фізико-механічні властивості матеріалу залежать від вмісту нанодисперсних частинок наповнювача та структуроутворень полімерної матриці.

Obtained on the basis of polyvinilbutyral systems filled copper nanoparticles. Shown that the topological and physical-mechanical properties of materials depend on the content filler particles and structure of polymer matrix.

Вступ

Унікальні хімічні і фізичні властивості композицій, які містять наночастинки, перспективи створення на їхній основі нових матеріалів зумовлюють бурхливе зростання досліджень у цій галузі [1]. Як правило, введення наночастинок у полімери змінює комплекс їхніх фізико-механічних та експлуатаційних властивостей [2]. Одним з перспективних методів одержання нанодисперсних частинок (НДЧ) є метод електричного вибуху

провідників (ЕВП), який дає змогу одержувати НДЧ в широкому діапазоні розмірів – від 1 нм до 100 мкм при швидкостях охолодження від 10^5 до 10^{12} К/с [3].

Результати досліджень останніх років стверджують, що особливо інтенсивно структуру полімера можна скеровано змінювати за допомогою нанорозмірних частинок, серед яких одне із провідних місць належить НДЧ металів, зокрема, НДЧ міді [4].

Для полімерних металонаноккомпозитів на основі поліетилену високого тиску (ПЕВТ),

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 ПВБ-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 ПЕГ300 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 ПЕГ 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 ПВБ-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 ЕД-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.