

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний університет
Факультет природознавства, здоров'я людини та туризму
Кафедра хімії та фармації
Кафедра органічної та біологічної хімії



VI Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА СУЧАСНОГО ПРИРОДОЗНАВСТВА

Збірник наукових праць



Херсон – 2017

УДК 502. 2(045)

ББК 20Я43

Т33

**Теорія і практика сучасного природознавства // Матеріали VI
Т 33** Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Теорія і практика сучасного природознавства» / Збірник наукових праць. – Херсон: Вид-во ПП Вишемирський В. С., 2017. – 106 с.

ISBN 978-617-7273-79-9 (електронне видання)

У збірнику представлені наукові статті VI Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Теорія і практика сучасного природознавства», яка проводилась на базі факультету природознавства, здоров'я людини і туризму кафедрою хімії та фармації і кафедрою органічної та біологічної хімії ХДУ в рамках заходів, присвячених 100-річчю Херсонського державного університету.

26-27 жовтня 2017 року.

Редакційна колегія:

Іванищук С.М. – к.ф.-м.н., доцент, завідувач кафедри хімії та фармації ХДУ;

Єзіков В.І. – д.х.н., професор, завідувач кафедри органічної та біологічної хімії ХДУ;

Пилипчук Л.Л. – к.б.н., доцент кафедри хімії та фармації ХДУ;

Решнова С.Ф. – к.п.н., доцент кафедри органічної та біологічної хімії ХДУ;

Близнюк В.М. – д.х.н., професор кафедри хімії та фармації ХДУ;

Глущенко І.І. – к.п.н., декан факультету природознавства, здоров'я людини і туризму ХДУ;

Белашева А.М. – відповідальний секретар.

УДК 502. 2(045)

ББК 20Я43

ISBN 978-617-7273-79-9 (електронне видання)

© ХДУ, 2017

© ПП Вишемирський В. С., 2017

СЕКЦІЯ 1

ХІМІЧНІ І БІОХІМІЧНІ НАУКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 539.199:541.64

*ВОЛОШИН М.О.
*ВОЛОШИН О.М.
**ІВАНИЩУК С.М.
*КРІВЦОВ В.В.
*МАРТИНЮК Г.В.

ПВБ-МЕТАЛОНАНОКОМПОЗИТИ: ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

**Рівненський державний гуманітарний університет*

***Херсонський державний університет*

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-хімічних 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), полівінілхлориду (ПВХ) та інших [5, 6] встановлено, що наявність у них НДЧ Cu змінює комплекс властивостей матеріалів на їхній основі. Однак, залишається недослідженим комплекс властивостей систем на основі полівінілбутиралу (ПВБ), який наповнений нанодисперсними частинками міді. Відповідно мета роботи полягає у дослідженні впливу НДЧ Cu на фізико-хімічні властивості ПВБ та їхньому аналізі на основі елементів теорії молекулярної акустики [7].

Досліджували ПВБ марки ПШ (ГОСТ 9481-02) [8] зі ступенем полімеризації $1,2 \cdot 10^3$. Нанодисперсні частинки міді одержували безпосередньо у масі дисперсного ПВБ шляхом вибуху мідного провідника за рахунок імпульсу електричного струму значної густини, який пропускали через нього [9, 10]. Вміст нанодисперсних частинок міді у ПВБ-системах змінювали в діапазоні $(0 \div 0,17)$ об. %.

Монолітні зразки ПВБ-металонаноккомпозитів (ПВБМНК) з різним об'ємним вмістом (φ) НДЧ міді одержували гарячим пресуванням у T - p режимі при температурі $T = 345$ К і тиску $p = 8$ МПа [11].

З метою визначення середнього розміру $\langle d \rangle$ НДЧ Cu у ПВБМНК використовували метод рентгенофазового аналізу (РФА). Зйомку рентгенівських дифрактограм одержаних зразків ПВБМНК товщиною $6,8 \cdot 10^{-4}$ м та порошкового еталона $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ з розміром частинок $(1 \div 4) \cdot 10^{-5}$ м здійснювали при ідентичних умовах на дифрактометрі ДРОН-3 у режимі покрокового сканування лічильника квантів з використанням фільтрованого за допомогою нікелевого β -фільтра $\text{CuK}\alpha$ -випромінювання з довжиною хвилі $\lambda = (1,542 \pm 0,002)$ Å при робочій напрузі $U = 24$ кВ та силі анодного струму $I_a = 20$ мА в інтервалі кутів $34^\circ \leq 2\theta \leq 78^\circ$.

Для дослідження об'ємних та динамічних механічних властивостей одержаних ПВБ-металонаноккомпозитів використовували метод об'ємної дилатометрії та імпульсний ультразвуковий метод з прохідним сигналом спільно з використанням методу обертаючої пластини на частоті 0,4 МГц [11].

Встановлено, що для всіх досліджуваних зразків на рентгенівських дифрактограмах спостерігаються дифракційні максимуми. Вони, згідно з рентгенографічними порошковими стандартами JCPDS PDF2, відповідають кристалітам Cu та вказують на відсутність кристалітів CuO та Cu_2O у ПВБМНК.

Середній розмір $\langle d \rangle$ НДЧ Cu визначали за формулою Дебая-Шерера-Селякова [12]:

$$\langle d \rangle = \frac{1,33\lambda}{\beta_d \cos \theta}, \quad (1)$$

де λ – довжина хвилі рентгенівського випромінювання, β_d – розширення дифракційного максимуму, θ – брегівський кут. Розширення дифракційного максимуму знаходили як

$$\beta_d = \sqrt{B^2 - b^2}, \quad (2)$$

де B – півширина дифракційного максимуму досліджуваного зразка, b – півширина дифракційного максимуму еталона.

Математичну обробку експериментальних результатів здійснювали за допомогою програм X-Ray Scanner 1.1, X-Ray GraphicV 1.28 та ORIGIN 6.0.

Розрахунки згідно (1) та (2) показали, що середній розмір НДЧ міді не залежить від їхнього об'ємного вмісту у ПВБМНК і складає (45 ± 2) нм.

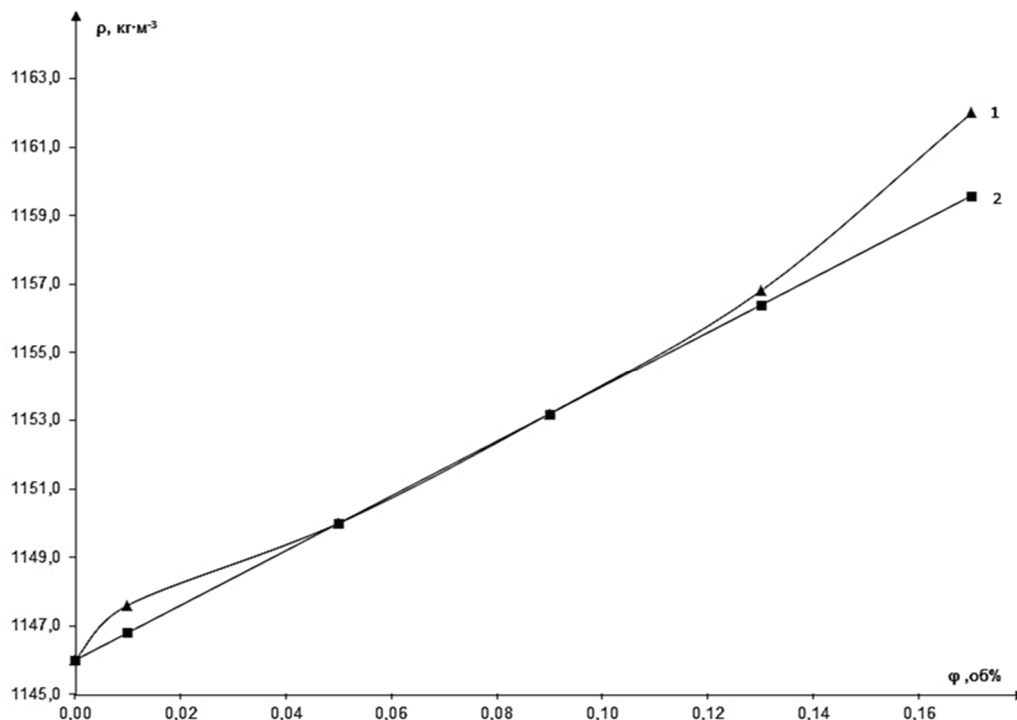


Рис. 1. Концентраційна залежність величини густини ПВБМНК ПВБ + φ НДЧ Cu при $T = 293$ К:

1 – експеримент; 2 – розрахунок за співвідношенням (4).

З експериментально одержаних значень величини густини (ρ) металонаноккомпозитів ПВБ + φ НДЧ Cu, результати яких представлені на рис. 1, слідує, що вона залежить від об'ємного вмісту нанодисперсного наповнювача (ϕ). При цьому для всіх одержаних ПВБ-систем спостерігається зростання величини ρ в усьому діапазоні вмісту наповнювача.

Аналіз концентраційної залежності ρ показує, що величина густини ПВБМНК нелінійно зростає в області концентрацій $0 < \phi \leq 0,17$ об.% НДЧ Cu, маючи локальний максимум при $\phi = 0,01$ об.% НДЧ Cu, та описується функціональною залежністю:

$$\rho(\phi) = 2215,1\phi^3 - 369,29\phi^2 + 91,244\phi + 1146,3. \quad (3)$$

Вище викладене можна пояснити тим, що в залежності від вмісту нанодисперсного наповнювача в металонаноккомпозиті реалізується різний ступінь активності взаємодії структурних елементів ПВБ з активними центрами нанодисперсного інгредієнта [13].

Порівняння експериментальних значень величини густини (ρ) з результатами теоретичних розрахунків, виконаних за правилом адитивності (рис. 1):

$$\rho_a = (1 - \phi_n)\rho_{ПВБ} + \phi_n\rho_n, \quad (4)$$

де ϕ_n – об'ємний вміст нанодисперсного наповнювача; ρ_n – його густина, – шляхом визначення їхньої відмінності за формулою

$$\Delta\rho = \rho - \rho_a \quad (5)$$

дозволило встановити величину ступеня ущільнення ПВБМНК (рис. 2). Характерно, що у діапазонах концентрацій $0 \leq \varphi < 0,05$ та $0,11 < \varphi \leq 0,17$ об.% НДЧ Си у композиціях спостерігається ущільнення систем, а в діапазоні $0,05 \leq \varphi \leq 0,11$ об.% НДЧ Си – ці значення співпадають (рис. 2).

Зміна об'ємних характеристик ПВБ-металонаноккомпозитів знаходить свій прояв і у їхніх в'язкопружних властивостях.

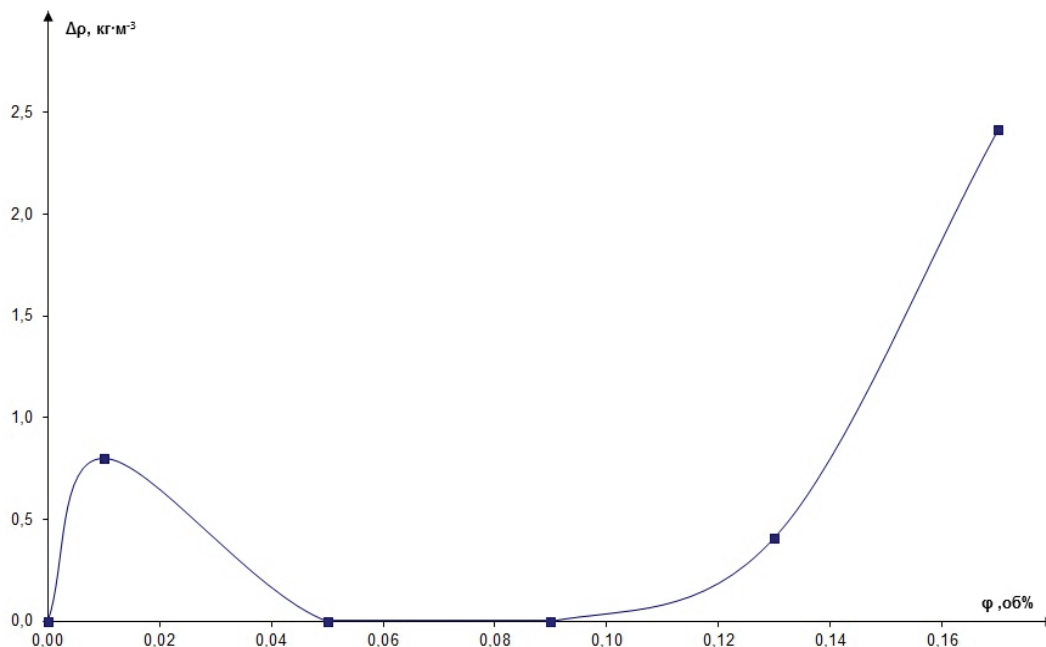


Рис. 2. Концентраційна залежність величини ступеня ущільнення ПВБМНК ПВБ + φ НДЧ Си при $T = 293$ К.

З концентраційних залежностей величин дійсної та уявної складових модулів поздовжньої ($E'(\varphi)$, $E''(\varphi)$) (рис. 3, рис. 4), поперечної ($\mu'(\varphi)$, $\mu''(\varphi)$) (рис. 5, рис. 6), об'ємної ($k'(\varphi)$, $k''(\varphi)$) (рис. 7, рис. 8) деформацій, а також величин швидкостей поширення поздовжньої ($u_l(\varphi)$) (рис. 9) та поперечної ($u_t(\varphi)$) (рис. 10) ультразвукових хвиль, коефіцієнта Пуассона систем ($\nu(\varphi)$) (рис. 11), тангенса кута механічних втрат ($\tan \delta(\varphi)$) (рис. 12), коефіцієнтів поглинання поздовжньої ($\alpha_l(\varphi)$) (рис. 13) та поперечної ($\alpha_t(\varphi)$) (рис. 14) ультразвукових хвиль, значення яких розраховували за формулами згідно [11], слідє що локальний максимум величин E' , E'' , μ' , μ'' , k' , k'' , u_l , u_t , ν , $\tan \delta$, α_l та α_t притаманний лише для ПВБ + 0,05 об.% НДЧ Си. Це вказує на утворення просторової топології нанодисперсного наповнювача у ПВБ-системі за рахунок виникнення поперечних зв'язків між структурними елементами полімерної матриці.

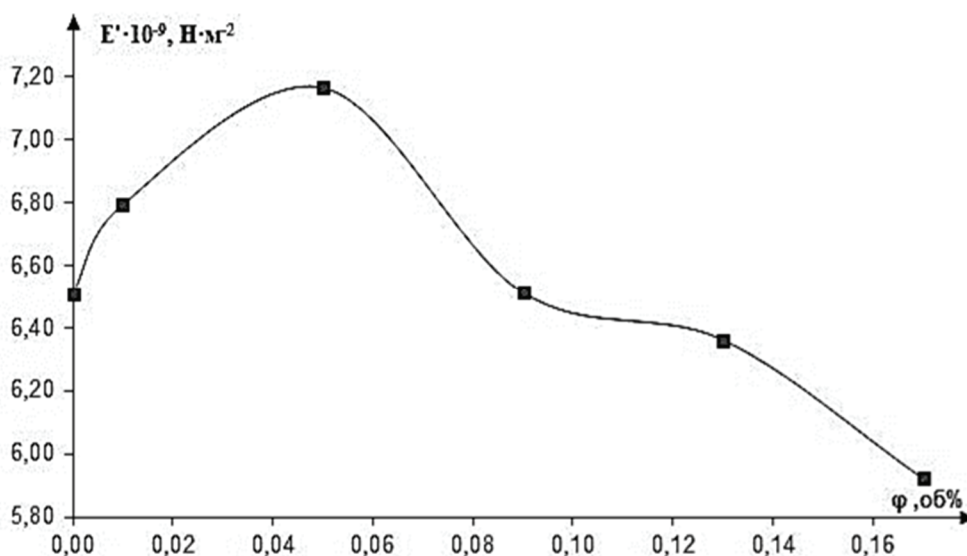


Рис. 3. Концентраційна залежність величини дійсної складової модуля пружності поздовжньої ультразвукової хвилі у ПВБМНК ПВБ + φ НДЧ Си при $T = 293$ К.

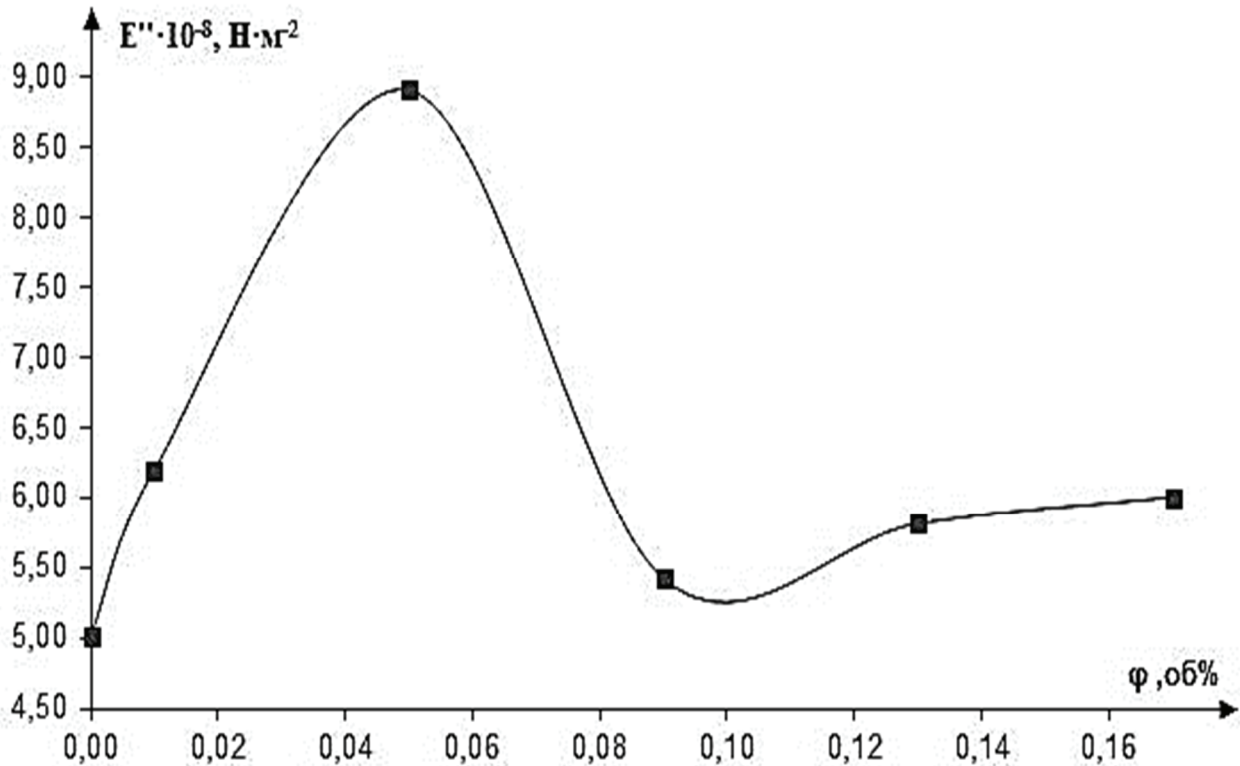


Рис. 4. Концентраційна залежність величини уявної складової модуля пружності поздовжньої ультразвукової хвилі у ПВБМНК ПВБ + ϕ НДЧ Si при $T = 293 \text{ K}$.

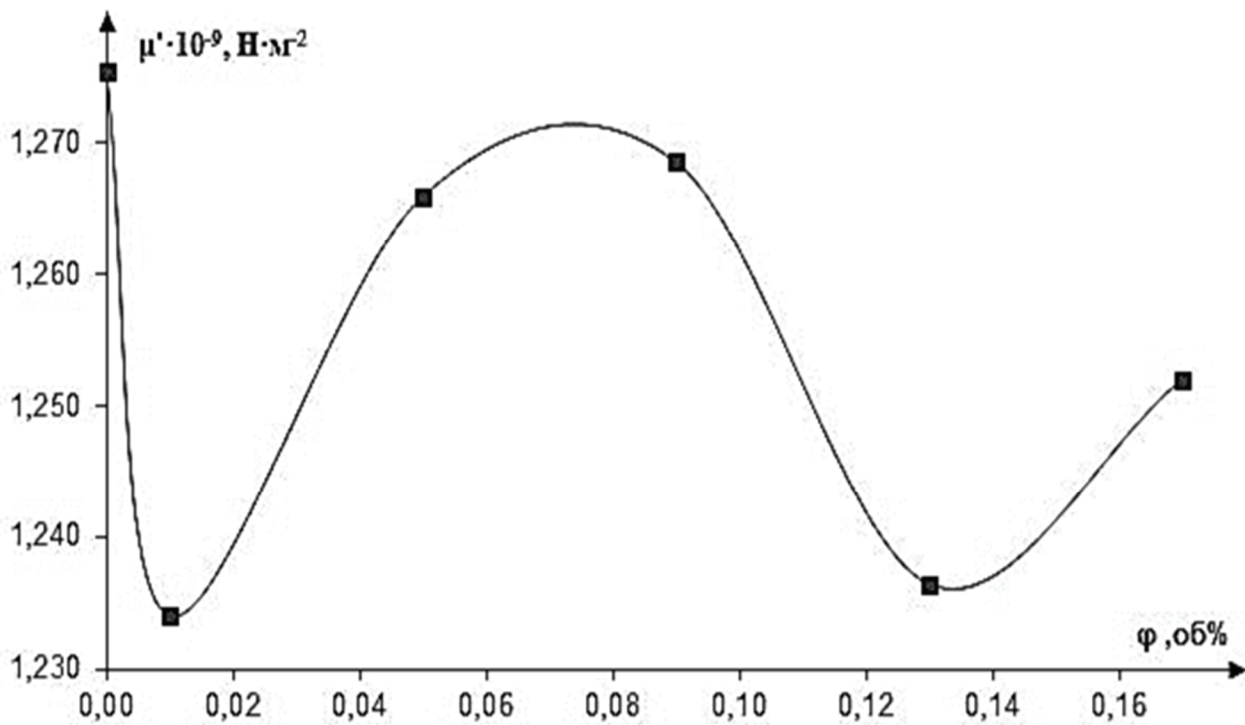


Рис. 5. Концентраційна залежність величини дійсної складової модуля пружності поперечної ультразвукової хвилі у ПВБМНК ПВБ + ϕ НДЧ Si при $T = 293 \text{ K}$.

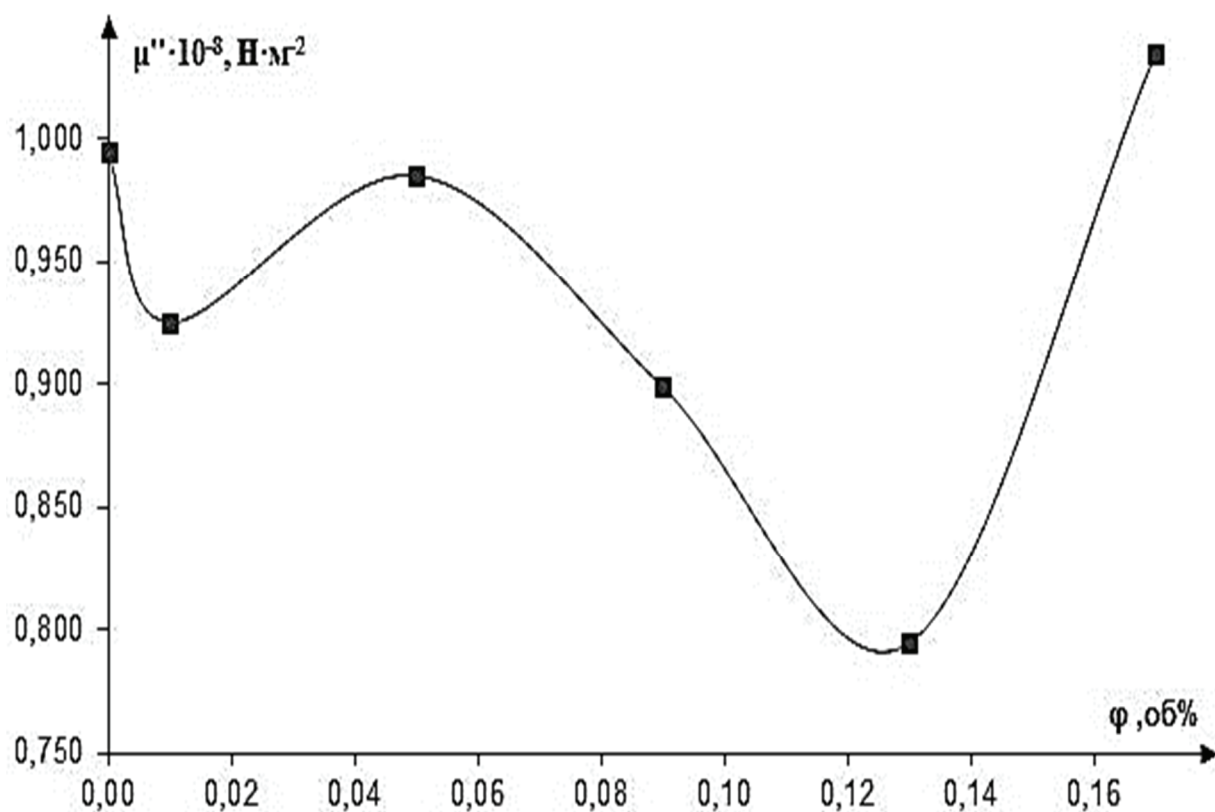


Рис. 6. Концентраційна залежність величини уявної складової модуля пружності поперечної ультразвукової хвилі у ПВБМНК ПВБ + ϕ НДЧ Сu при $T = 293 \text{ K}$.

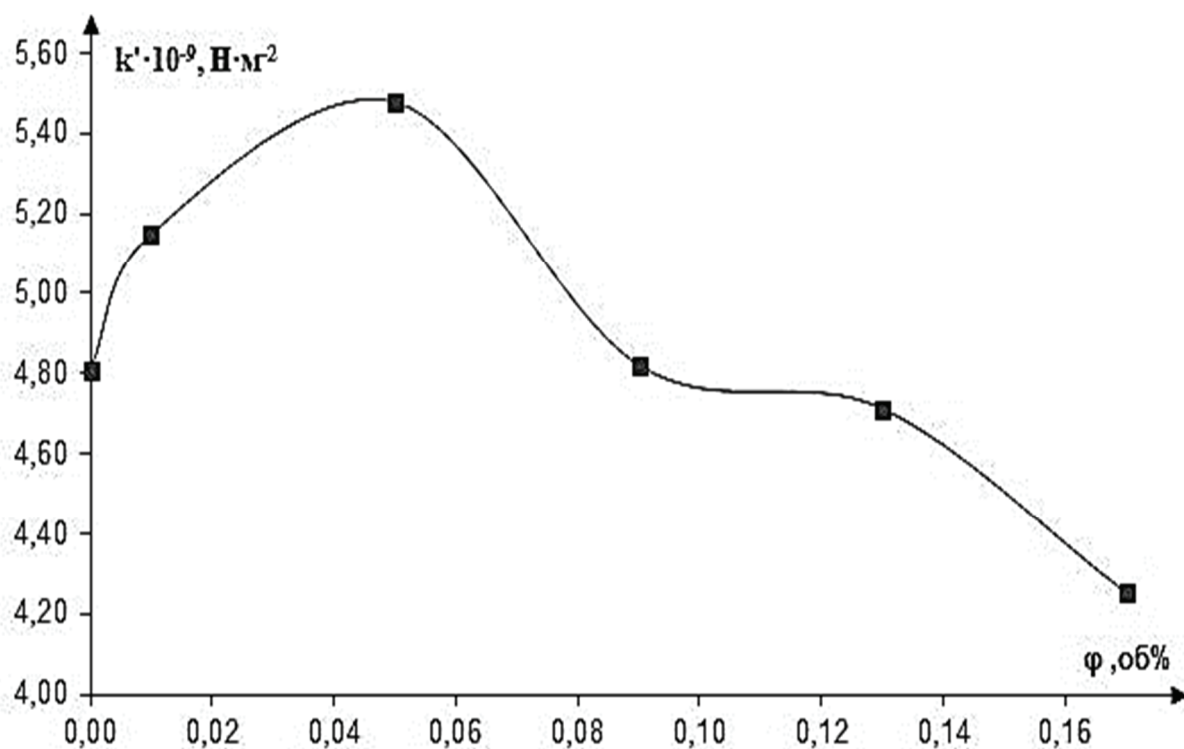


Рис. 7. Концентраційна залежність величини дійсної складової модуля об'ємної деформації ультразвукової хвилі у ПВБМНК ПВБ + ϕ НДЧ Сu при $T = 293 \text{ K}$.

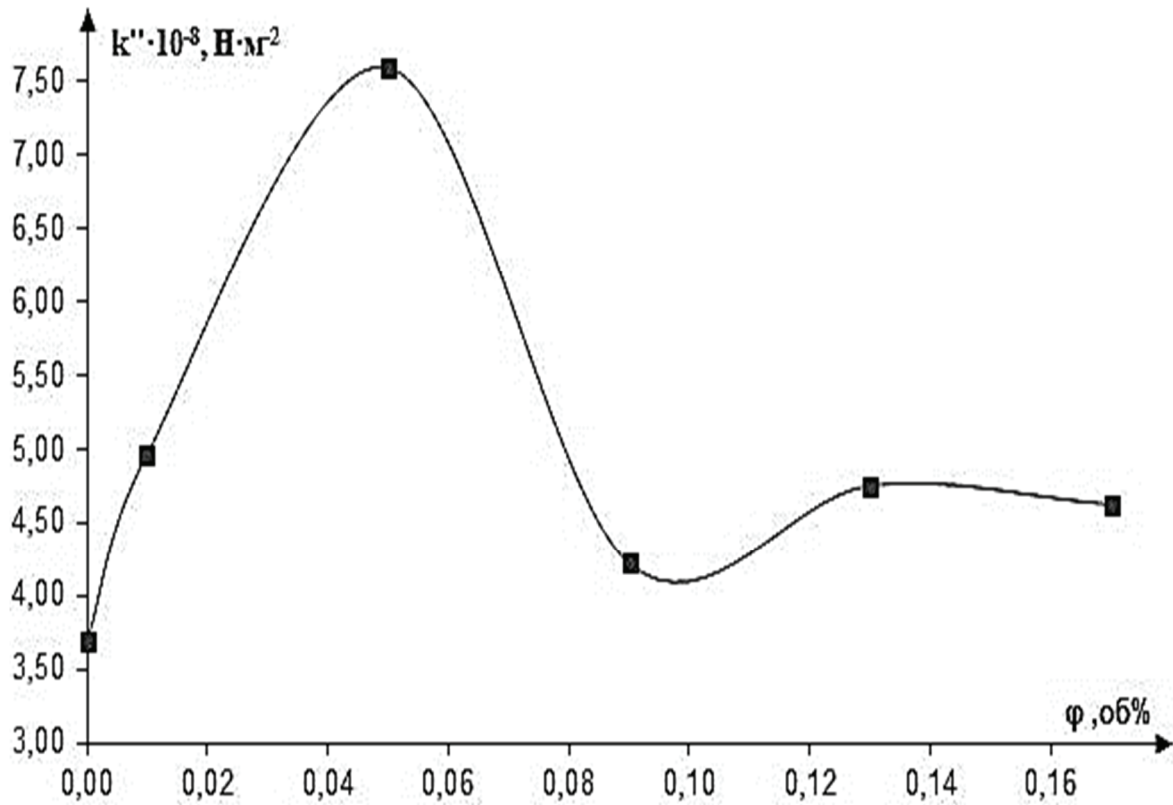


Рис. 8. Концентраційна залежність величини уявної складової модуля об'ємної деформації ультразвукової хвилі у ПВБМНК ПВБ + φ НДЧ Si при $T = 293 \text{ K}$.

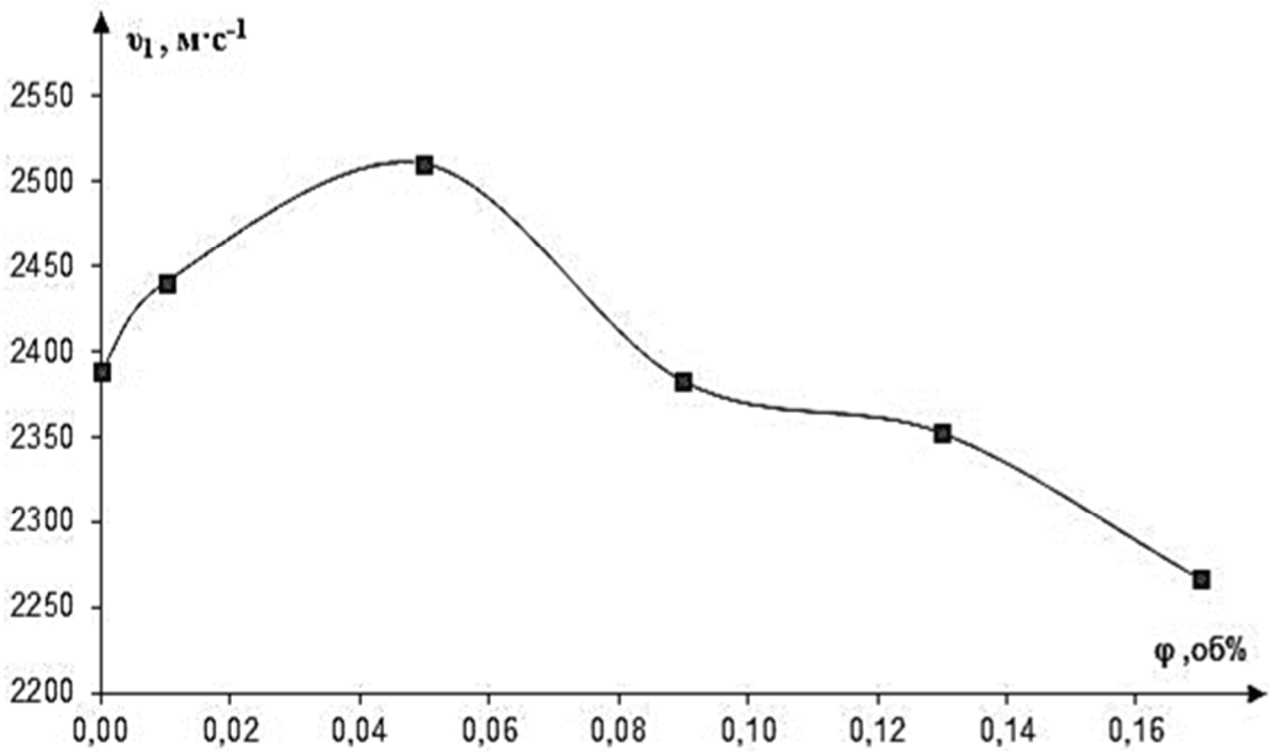


Рис. 9. Концентраційна залежність величини швидкості поширення поздовжньої ультразвукової хвилі у ПВБМНК ПВБ + φ НДЧ Si при $T = 293 \text{ K}$.

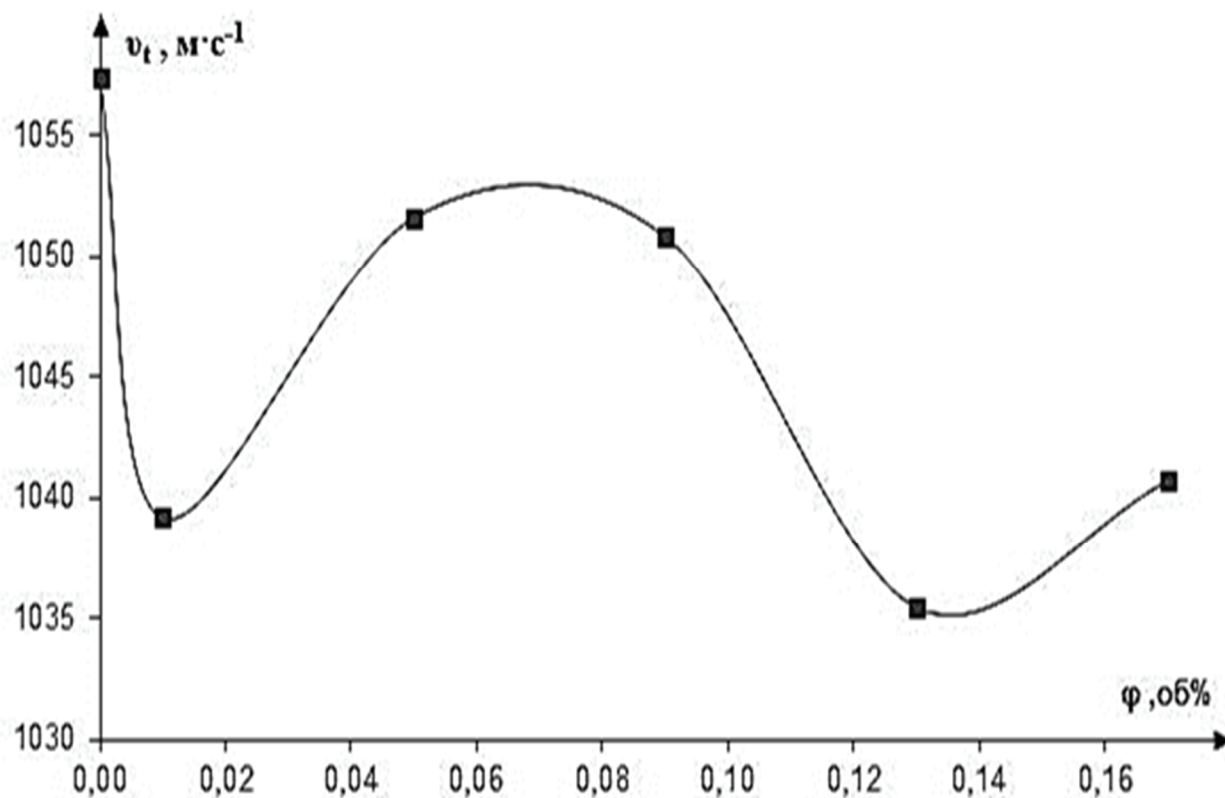


Рис. 10. Концентраційна залежність величини швидкості поширення поперечної ультразвукової хвилі у ПВБМНК ПВБ + ϕ НДЧ Си $T = 293$ К.

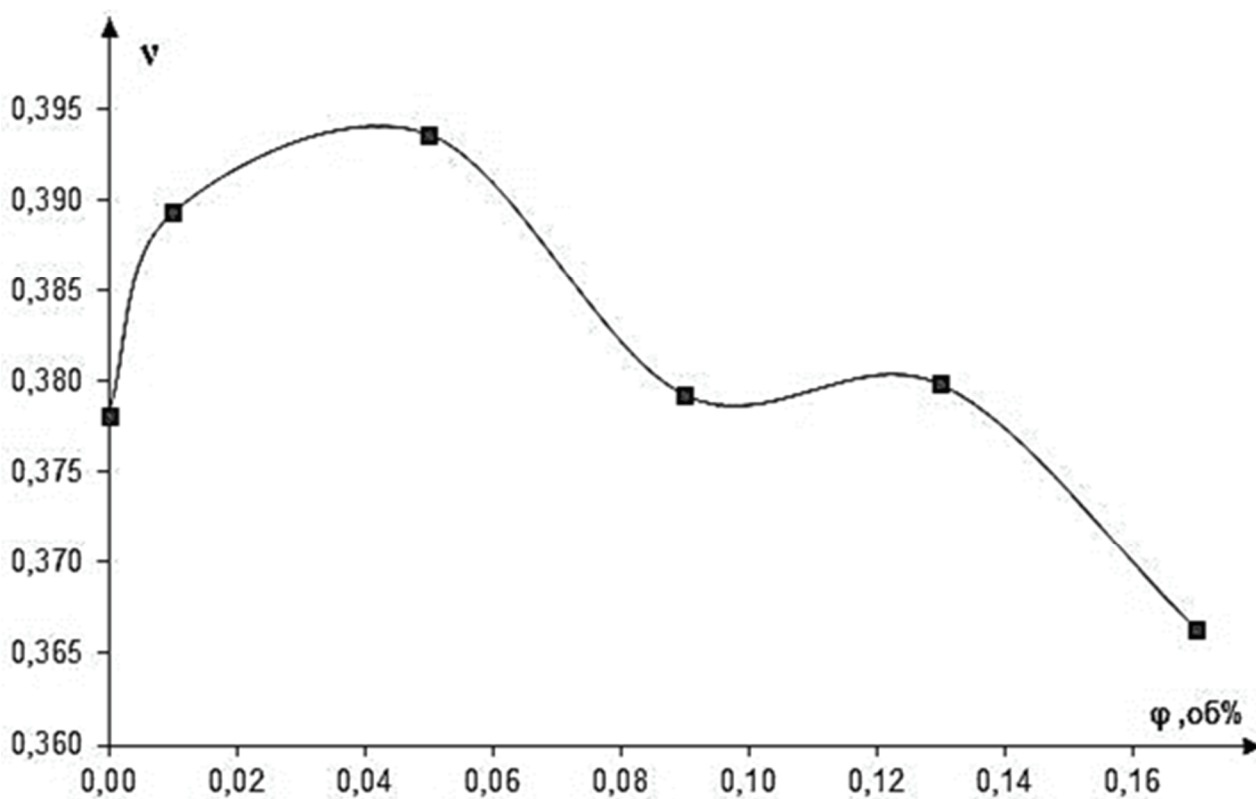


Рис. 11. Концентраційна залежність величини коефіцієнта Пуассона для ПВБМНК ПВБ + ϕ НДЧ Си при $T = 293$ К.

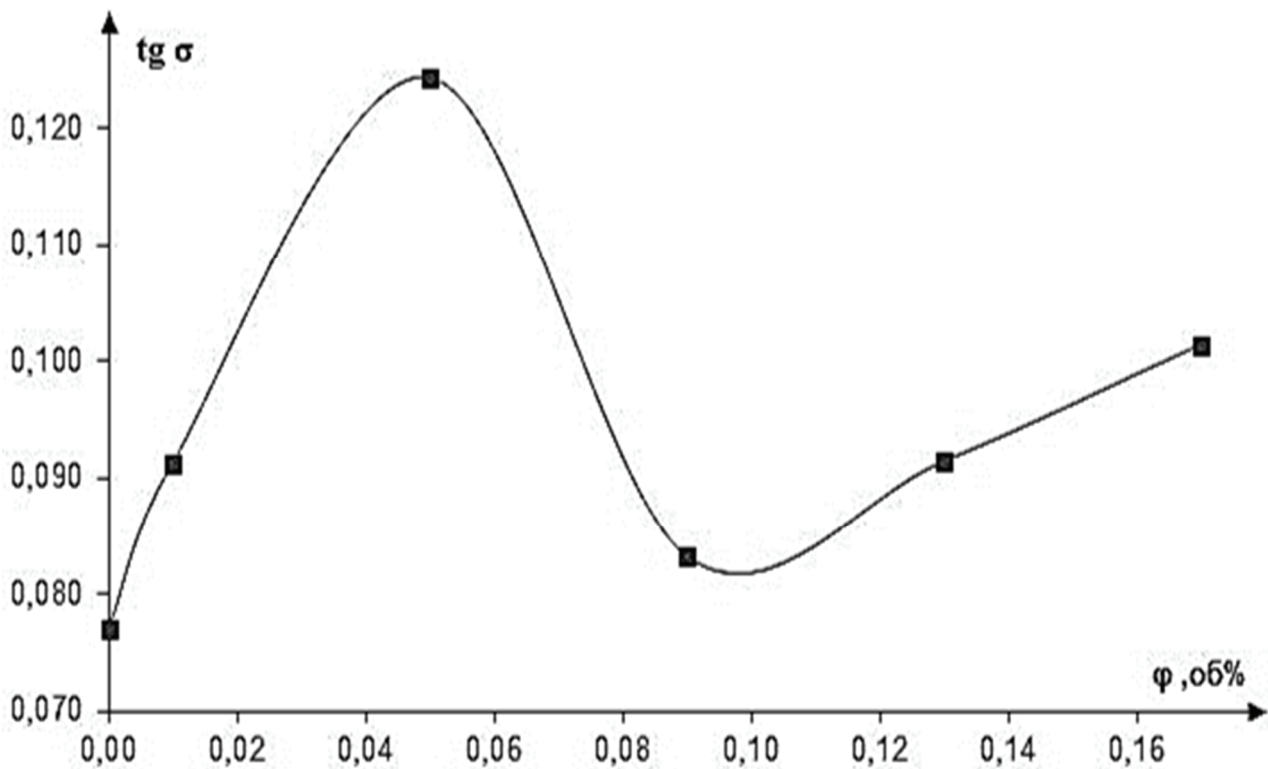


Рис. 13. Концентраційна залежність величини коефіцієнта поглинання поздовжньої ультразвукової хвилі у ПВБМНК ПВБ + ϕ НДЧ Si при $T = 293 \text{ K}$.

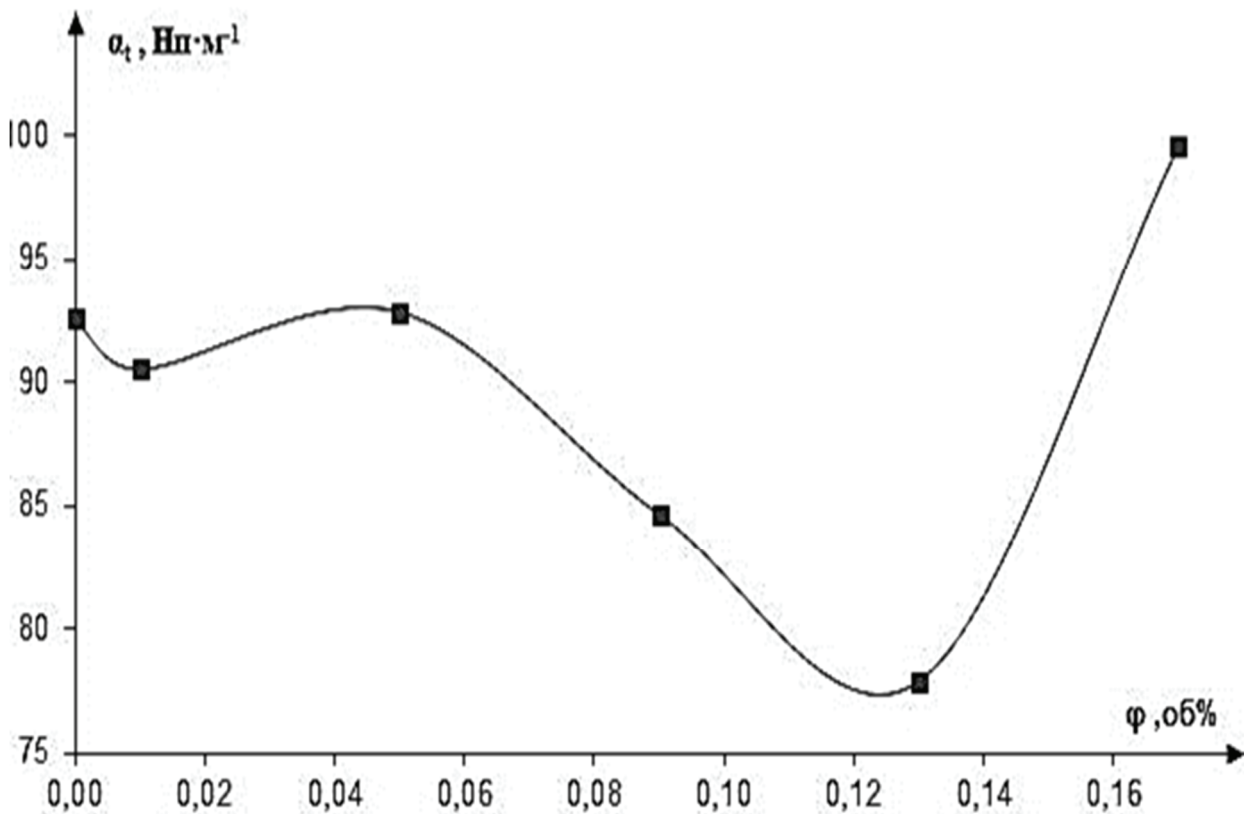


Рис. 14. Концентраційна залежність величини коефіцієнта поглинання поперечної ультразвукової хвилі у ПВБМНК ПВБ + ϕ НДЧ Si при $T = 293 \text{ K}$.

Синбатно $E'(\varphi)$ (рис. 3) і $\mu'(\varphi)$ (рис. 5) змінюються величина швидкості поздовжньої ($u_l(\varphi)$) (рис. 9) і поперечної ($u_t(\varphi)$) (рис. 10) ультразвукових хвиль у нанокомпозитах. Це вказує на зміни характеру структурних елементів, що знаходить свій прояв у відповідних характеристиках (рис. 1, 2) матеріалу.

Висновки

Одержано новий тип наповнених ПВБ-систем.

Показано, що при зміні вмісту наночастинок міді у ПВБ у діапазонах концентрацій $0 \leq \varphi < 0,05$ та $0,11 < \varphi \leq 0,17$ об.% спостерігається ущільнення металонанокомпозитів.

Результати акустичних досліджень показують, що основний внесок у дисипацію енергії ультразвукових хвиль у нанокомпозитах вносять структурні елементи системи, природа участі яких при деформації зсуву та об'ємній деформації різна. Це відкриває можливість у дослідженому діапазоні вмісту наповнювача скеровано регулювати дисипацією енергії системою та модулі в'язкопружності ПВБ-металонанокомпозитів.

Об'ємний вміст нанодисперсних частинок міді в кількості 0,05 об.% у ПВБ є найбільш оптимальним для одержання ПВБ-металонанокомпозиту з покращеним комплексом фізико-хімічних та фізико-механічних властивостей.

Одержані ПВБМНК можна використати як вібропоглиначі елементи конструкцій та акустичні лінії затримки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бучаченко А.Л. // Успехи химии. 2003. Т. 72, № 5. – С. 419.
2. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия, 2000.
3. Бурцев В.А., Калинин Н.В., Лучинский А.В. Электрический взрыв проводников и его применение в электрофизических установках. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
4. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Академия, 2005. – 286 с.
5. Запис К.В., Джумалиев А.С., Ушаков Н.М., Кособудский И.Д. // Письма в ЖТФ, 2004, том 30, вып. 11. – С.89 – 94.
6. Волошин М.О. Физико-механические свойства нанокомпозитов на основе ПВХ. // Материалы докладов XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Ломоносов". – М.: Издательский центр Факультета журналистики МГУ им. М.В. Ломоносова, 2007.)
7. Френкель С.Я., Цыгельный И.М., Колупаев Б.С. Молекулярная кибернетика. – Львов: Свит, 1990. – 186 с.
8. Бомба А.Я., Колупаев Б.Б., Колупаев Б.С., Лебедев Е.В., Присяжнюк И.М., Роголя А.М. // Пласт. массы. 2006. №2. – С. 12.
9. Voloshin M. // Abstracts of International Conference of Students and Young Scientists in Theoretical and Experimental Physics "Heureka-2009". Lviv, 2009. – P. D12.
10. Колупаев Б.Б., Колупаев Б.С., Волошин О.М., Левчук В.В. Спосіб одержання гетерогенних полімерних систем на основі нанодисперсних металевих наповнювачів / Патент № 80988 UA, C08K 3/22, Опубл. 10.06.2013, Бюл. No.11.
11. Колупаев Б.С. Релаксационные и термические свойства наполненных полимерных систем / Под ред. С.Я. Френкеля. – Львов: ЛГУ, 1980. – 203 с.
12. Лиопо В.А. Рентгеновская дифрактометрия: Учеб. пособие / В.А. Лиопо, В.В. Война. – Гродно: ГрГУ, 2003. – 171 с.
13. Липатов Ю.С. Физико-химические основы наполнения полимеров. – М: Химия, 1991. – 264 с.

Анотація

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

Obtained on the basis of polyvinylbutyral 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.

Наукове електронне видання

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА СУЧАСНОГО ПРИРОДОЗНАВСТВА

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**наукові статті VI Всеукраїнської
науково-практичної інтернет-конференції
«Теорія і практика сучасного природознавства»**

ISBN 978-617-7273-79-9 (електронне видання)

Підписано до видання 25.10.2017 р. Формат 60×84/8.

Гарнітура Arial Narrow.

Ум. друк. арк. 10,22. Обл.-вид. арк. 10,99.

Замовлення № 668.

Книжкове видавництво ПП Вишемирський В. С.
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи: серія ХС № 48 від 14.04.2005 р.
видано Управлінням у справах преси та інформації
73000, Україна, м. Херсон, вул. Соборна, 2,
тел. (050) 133–10–13, e-mail: printvvs@gmail.com, vish_sveta@rambler.ru