

**Шут М.І., Рокицький М.О., Рокицька Г.В., Шут А.М.\*, Левандовський В.В.**

*Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Київ*

*\*Київський національний університет технологій та дизайну, Київ*

*E-mail: maksal@bigmir.net*

### **Фізико-механічні властивості полімерних композиційних матеріалів на основі пентапласту та дисперсного йодиду срібла**

*Ультразвуковим методом проведені експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей і структури полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) системи пентапласт – дисперсний йодид срібла (AgI) з фазовим переходом діелектрик-суперіонік. Результати обговорюються із використанням запропонованої фізичної моделі та модельних уявлень динаміки зміни надмолекулярної структури, поглинання ультразвуку від розміру структурних неоднорідностей в залежності від вмісту наповнювача. Встановлено значне підвищення поглинання ультразвуку ПКМ, що містять 20-60 % (об.) наповнювача.*

Розробка новітніх матеріалів і технологій є одним із перспективних напрямів розвитку фундаментальних та прикладних досліджень. У зв'язку з цим актуальним є створення нових функціональних матеріалів типу діелектрик - суперіонік із фазовими переходами в експлуатаційному температурному інтервалі, що мають властивості інтенсивного поглинання ультразвуку у мегагерцовому діапазоні.

У роботі [1] повідомлялось про розробку нових ПКМ на основі стійкого до дії розчинників, теплостійкого та технологічного при переробці у виробі пентапласту і дисперсного суперіоніка йодиду срібла з фазовим переходом типу діелектрик – суперіонік при 420 К.

ПКМ оптимального складу виразно проявляють властивості як полімерної матриці так і наповнювача, і мають високі показники фізико-механічних характеристик. Концентраційна залежність густини системи пентапласт – дисперсний йодид срібла [2], визначеної методом гідростатичного зважування, характеризується монотонним зростанням (рис. 1), що, більш за все, пов'язано із збільшенням вмісту наповнювача (AgI) з більшою густиною. Значення густини в межах похибок вимірювань співпадають з розрахунковими. Пористість усіх зразків ПКМ, що визначалась як різниця між значеннями густини, одержаних за даними гідростатичного зважування та розрахованими за правилом сумішей, залежить від вмісту наповнювача та не перевищує 1% (рис. 1), що забезпечує ефективний захист композитів системи від атмосферних впливів та дії агресивних середовищ.

Структура і властивості полімерів, здатних до кристалізації, можуть значно змінюватись у залежності від режиму приготування зразків. У зв'язку з цим, необхідним є одержання зразків із однорідною за об'ємом і однаковою для кожного методу дослідження структурою. Тому зразки готувались методом тер-

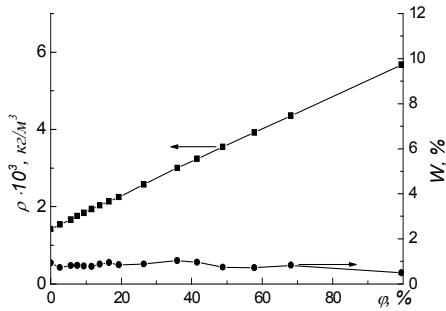


Рис. 1. Концентраційні залежності густини  $\rho$  і пористості  $W$  системи пентапласт – AgI.

мічного пресування в однакових баротермічних і часових ( $p$ - $T$ - $t$ ) умовах за програмою, що дозволяє в автоматичному режимі відтворювати задані умови [3]. Зразки готували з порошкоподібного пентапласту промислового виробництва марки БП. Вихідний порошок диспергували механічним способом із наступним фракціонуванням із використанням лабораторних сит марки УКС-СЛ-200 з діаметром комірок 50 та 40 мкм. Перед пресуванням порошок пентапласту витримували протягом 24 годин за температури 50 °С для видалення летких низькомолекулярних домішок. Зразки готували у наступному ( $p$ - $T$ - $t$ ) режимі: нагрівання зі швидкістю 3.5 К/хв, витримка при 483 К протягом 15 хв. під тиском 20 МПа, охолодження з розплаву з швидкістю 0.5 К/хв, що відповідає оптимальним технологічним умовам переробки композиту з урахуванням властивостей як наповнювача, так і полімерної матриці [4]. З отриманих блоків готували циліндричні зразки для дослідження швидкості поширення та поглинання ультразвуку діаметром 20 мм і висотою  $6 \div 7$  мм.

Дослідження фізико-механічних властивостей ПКМ проводили імпульсним фазовим методом при кімнатній температурі. Для реалізації імпульсного фазового методу використовували вимірювач швидкості та поглинання ультразвуку “УС-12-ИМ”, ультразвукові випромінювач та приймач із буферними стержнями. За показами значень швидкості поширення та коефіцієнту поглинання ультразвуку обчислювали хвильовий опір ( $\chi$ ), модуль пружності ( $E'$ ) та тангенс кута механічних втрат ( $tg\delta$ ).

Хвильовий опір визначали з співвідношення

$$\chi = \rho \cdot c, \quad (1)$$

де  $\chi$  – хвильовий опір;  $\rho$  – густина досліджуваного зразка;  $c$  – швидкість поширення ультразвуку. Модуль пружності – за співвідношенням:

$$E' = \rho \cdot c^2. \quad (2)$$

Тангенс кута механічних втрат [5]

$$tg\delta = 0.231 \frac{c \cdot \alpha}{\pi \cdot \nu}, \quad (3)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт поглинання ультразвуку;  $\nu$  – частота ультразвуку.

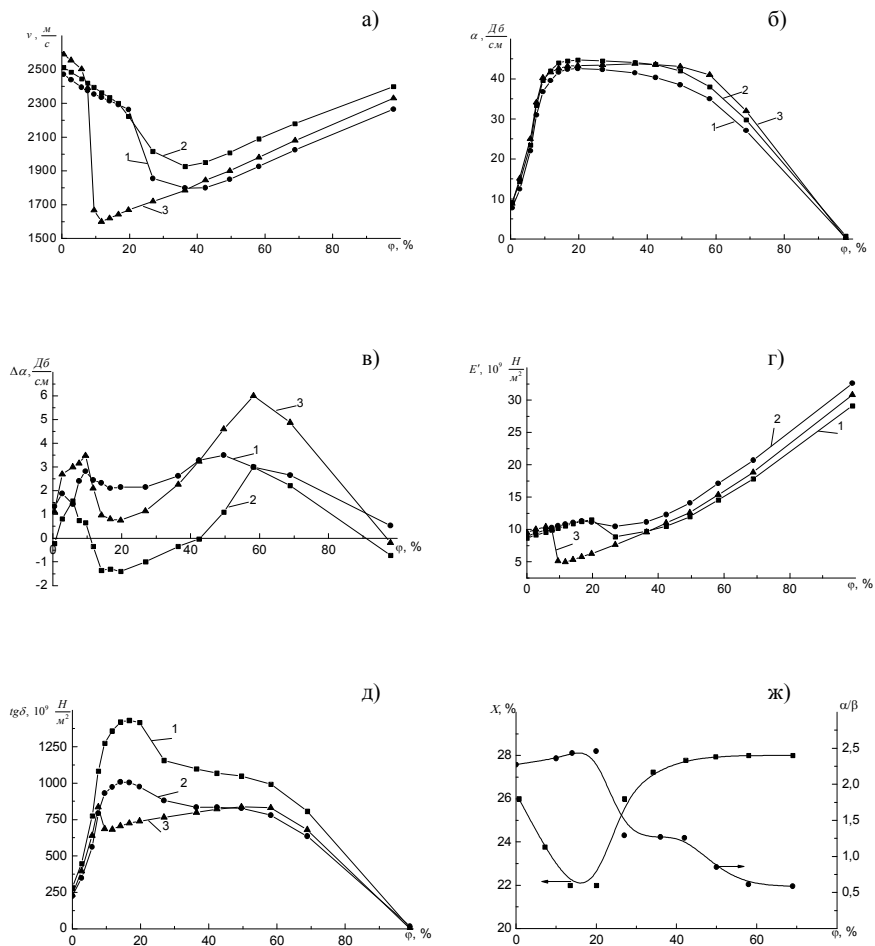
Відносна похибка при дослідженні акустичних властивостей становила: швидкості ультразвуку  $\varepsilon \leq 0.5 \div 1 \%$ ; поглинання –  $4 \div 5 \%$ .

Концентраційні залежності швидкості поширення ультразвуку, коефіцієнта поглинання, “стрибка” коефіцієнта поглинання ультразвуку ПКМ за зміни частоти представлені на рис. 2 (а - в). Розраховані за цими даними концентраційні залежності дійсної складової комплексного модуля пружності та тангенсу кута механічних втрат на частотах: 1 – 5 МГц, 2 – 7,5 МГц, 3 – 10 МГц представлені на рис. 2 (г, д). На рис. 2 (ж) наведені дані розрахунку відношення  $\alpha/\beta$  модифікацій та ступеня кристалічності пентапласту, що входить до складу композитів системи пентапласт – AgI. З метою отримання інформації про динаміку зміни розмірів структурних неоднорідностей системи проводили вимірювання швидкості поширення та коефіцієнта поглинання ультразвуку на частотах 1 – 5 МГц, 2 – 7,5 МГц, 3 – 10 МГц, (рис. 2 (а - в)). Зміну розмірів неоднорідностей оцінювали за поглинанням ультразвуку в залежності від частоти та за “стрибками” поглинання ультразвуку за зміни частоти: 1 – 5-7.5 %, 2 – 7.5-10 %, 3 – 5-10 %. Значення “стрибків” поглинання розраховувались як різниця між значеннями поглинання на частотах 5 та 7.5 МГц, 7.5 та 10 МГц і 5 та 10 МГц.

Із рис. 2 (а) видно, що залежність швидкості поширення ультразвуку від вмісту наповнювача в системі пентапласт-AgI можна розбити на три характерні ділянки. За малого вмісту наповнювача (0 – 10 %) спостерігається відносно незначне зменшення швидкості ультразвуку. Причому, інтенсивність зменшення зростає з підвищенням частоти ультразвуку. Друга ділянка 10 – 30% відповідає інтенсивному падінню швидкості поширення ультразвуку. При цьому спостерігається інверсія зміни значень швидкості від частоти. Тобто, мінімальне значення швидкості має місце для найвищої частоти 10 МГц і, навпаки, найбільше – для найнижчої частоти 5 МГц. Третя ділянка 30 – 100% відповідає поступовому збільшенню швидкості ультразвуку. Причому, як видно з рис. 2 (а), швидкість ультразвуку для всіх концентрацій AgI фактично є меншою від її значення для чистих пентапласту і йодиду срібла.

На концентраційних залежностях поглинання ультразвуку системи пентапласт-AgI також можна виділити три характерні ділянки. Для малих концентрацій AgI має місце швидке зростання поглинання. На проміжних концентраціях поглинання практично не змінюється зі збільшенням вмісту AgI. На третій ділянці за великого вмісту наповнювача ( $\varphi > 60 \%$ ) спостерігається стрімке зменшення поглинання. Таким чином, характерним для композитів системи є значне зростання поглинання ультразвуку в порівнянні з вихідними складовими – як з полімером так і з наповнювачем, яке пов'язане, більш за все, зі змінами структури полімерної матриці.

На концентраційних залежностях “стрибка” коефіцієнта поглинання ультразвуку (рис. 2 (в)) можна виділити чотири ділянки. За малого вмісту AgI (0 – 10%) спостерігається зростання значення “стрибка” поглинання ( $\Delta\alpha$ ) зі збіль-



**Рис. 2.** Концентраційні залежності:

- а) швидкості поширення ультразвуку;
- б) коефіцієнта поглинання на частотах: 1 – 5 МГц, 2 – 7.5 МГц, 3 – 10 МГц;
- в) “стрибка” коефіцієнта поглинання ультразвуку при зміні частоти:  
1 – 5 ÷ 7.5 МГц, 2 – 7.5 ÷ 10 МГц, 3 – 5 ÷ 10 МГц;
- г) дійсної складової комплексного модуля пружності; д) тангенсу кута механічних втрат на частотах: 1 – 5 МГц, 2 – 7.5 МГц, 3 – 10 МГц;
- ж) ступеня кристалічності та співвідношення  $\alpha/\beta$  модифікацій в композитах системи пептапласт – йодид срібла.

шенням вмісту наповнювача. Для концентрацій, що відповідають інтервалу 10 – 20 %, відбувається значне зниження величини “стрибка”, що залежить від зміни частоти. Третя ділянка, з вмістом 20 – 60 % AgI супроводжується значним зростанням величини “стрибка” коефіцієнта поглинання. Четверта ( $\varphi > 60$  %) характеризується зниженням значення “стрибка” поглинання за зміни частоти.

Як видно з рис. 2 (г, д), концентраційні залежності динамічного модуля пружності ( $E'$ ) та тангенса кута механічних втрат ( $tg\delta$ ) мають схожий характер змін на частотах 5 та 7.5 МГц. На концентраційних залежностях величин  $E'$  та  $tg\delta$  на частоті 10 МГц спостерігається зменшення числових значень в області низьких концентрацій. При цьому в інтервалі концентрацій 0 – 20 % (0 – 10 % на частоті 10 МГц) значення  $E'$  зростають, а починаючи з 20 % (10 % на частоті 10 МГц) і до 30%, дещо спадають з наступним інтенсивним зростанням до значень  $E'$ , що відповідають чистому AgI.

Концентраційні залежності тангенса кута механічних втрат  $tg\delta = f(\varphi)$  в інтервалі 0 – 20 % (0 – 10 % на частоті 10 МГц) характеризуються інтенсивним зростанням значень  $tg\delta$ . Як видно, з рис. 2 (д), починаючи з 20 % (10 % на частоті 10 МГц) залежності  $tg\delta$  характеризуються поступовим зменшенням значень. Така загальна тенденція до зменшення значень  $tg\delta$  в області вмісту 30 (10 % на частоті 10 МГц) – 60 % AgI на частоті 5 МГц характеризується пониженням інтенсивності зміни  $tg\delta$ . На частоті 7,5 % для величини  $tg\delta$  характерним є вихід на деяке “плато” та сталість значень. На частоті 10 МГц – характерним є незначне зростання із наступним зменшенням величини  $tg\delta$  до деякого мінімального значення, характерного для чистого AgI (рис. 2 (д)).

Спільний аналіз концентраційних залежностей швидкості, поглинання та “стрибка” поглинання ультразвуку дозволяє, в певній мірі, пояснити динаміку зміни структури та розмірів структурних неоднорідностей системи пентапласт – AgI. Оскільки значення швидкості ультразвуку для всіх концентрацій практично є значно нижчими, ніж для окремо взятих полімерної матриці і наповнювача, можна зробити висновок, що при поєднанні в композиті складових із близькою швидкістю поширення ультразвуку має місце значне зниження пружності композиту в порівнянні з компонентами. Очевидно, це може відбуватись за рахунок значної зміни структури складових системи.

Характер концентраційної залежності зміни коефіцієнта поглинання протилежний змінам швидкості: ділянки залежності, на яких швидкість спадає, відповідають стрімкому зростанню поглинання і навпаки. При концентраціях від 20% до 40% швидкість поширення та поглинання ультразвуку залишаються практично незмінними, що свідчить про зміни у структурі композиту і зрівноваження у цьому концентраційному інтервалі властивих композиту двох конкурентних факторів. Очевидно, що зміни у структурі, які ведуть до збільшення поглинання переважають при малому вмісті AgI, що добре узгоджується з результатами рентгеноструктурних досліджень (рис. 2 (ж)). І навпаки, зміни у структурі, які ведуть до зменшення поглинання, переважають при великих концентраціях ( $\varphi \geq 40\%$ ).

Додаткову інформацію дають залежності “стрибка” коефіцієнта поглинання від частоти, що, більш за все, свідчать про зміну розмірів неоднорідностей структури. Для малих концентрацій збільшення вмісту наповнювача відповідає зменшенню відстані між окремими частинками AgI, оточених поверхневим шаром пентапласту. Розміри неоднорідностей в цьому випадку, найбільш ймовірно, відповідають розмірам частинок AgI оточених поверхневим шаром полімеру у матриці пентапласту, що знаходиться у вільному стані. Зростання розміру неоднорідностей в цьому випадку можливе, більш за все, лише за рахунок коагуляції частинок AgI при збільшенні його вмісту.

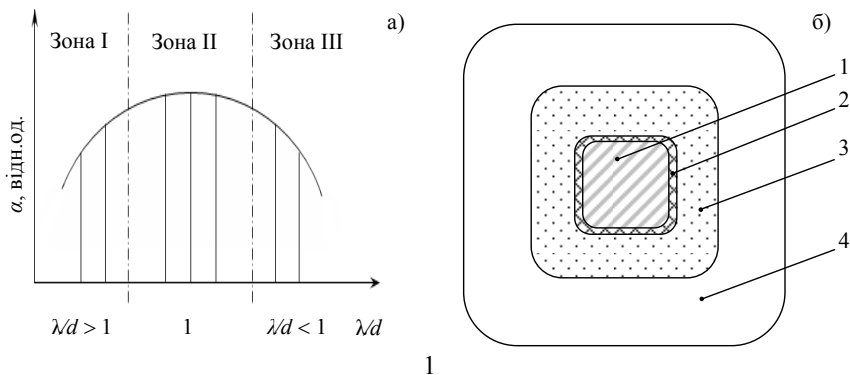
Збільшення вмісту наповнювача до 20% супроводжується зменшенням значень “стрибка” поглинання, а отже ймовірно, і зменшенням розміру неоднорідностей структури композиту, що, зокрема, можна пояснити перекриттям поверхневих шарів пентапласту навколо частинок AgI у суцільній матриці полімеру. Очевидно, при цих концентраціях весь полімер знаходиться в поверхневих шарах навколо частинок наповнювача.

На третій ділянці зростання значення “стрибка” поглинання пентапласт знаходиться вже в суцільній матриці AgI; розміри неоднорідностей визначаються розмірами частинок пентапласту. Враховуючи, що пентапласт кристалізується достатньо повільно, температурний максимум швидкості кристалізації зміщується нижче температури суперіонного переходу в AgI (420 K). Тому, при суперіонному переході AgI, якому відповідає стрімке розширення наповнювача, матриця AgI очевидно “локально стискає” окремі зони пентапласту, в яких продовжується кристалізація. У цьому випадку пентапласт аморфізується, оскільки локальне збільшення тиску призводить до локального пониження температури. Така аморфізація пентапласту, на наш погляд, і спричинює падіння швидкості та зростання поглинання ультразвуку.

Зменшення значень “стрибка” поглинання в четвертій зоні, тобто при великих концентраціях AgI викликано без сумніву зменшенням загального вмісту пентапласту, а отже відповідно, зменшенням розміру неоднорідностей.

Додавання 20% AgI до пентапласту призводить до зростання відношення об’ємної частки кристалічної  $\alpha$ -модифікації до об’ємної частки кристалічної  $\beta$ -модифікації на 8% у відношенні до чистого пентапласту. Це супроводжується зменшенням розміру кристалітів  $\beta$ -модифікації і пониженням ступеня кристалічності композиту на 4%, найбільш ймовірно, через втрату частки  $\beta$ -кристалітів в об’ємі полімера (рис. 2 (ж)).

При збільшенні концентрації наповнювача до 70 % спостерігалася аномальна залежність ступеня кристалічності від  $\phi$ . Це свідчить про складний характер впливу AgI на процеси кристалізації полімерної матриці. Очевидно йодид срібла активно впливає на процеси структуроутворення у пентапласті. Область концентрацій від 20% до 70% можна умовно розділити на дві: першу – від 20% до 40% і другу – від 40% до 70%. У першій області, виступаючи в ролі ініціаторів зародків структуроутворення, частинки AgI одночасно стерично обмежують рухливість ланцюгів макромолекул поблизу своєї поверхні [6]. Цей процес можна порівняти із зростанням в’язкості середовища. В таких умовах ріст криста-



**Рис. 3.** а). Схематичне зображення залежності поглинання ультразвукових хвиль ( $\alpha$ ) від співвідношення довжини хвилі і розміру неоднорідностей ( $\alpha/\beta$ ); б). Схематичне зображення структурних компонентів у наповнених полімерах: 1 – частинка наповнювача; 2 – полімер в стані пристиного до наповнювача шару; 3 – перехідні граничні шари полімеру; 4 – полімер в об’ємі з властивостями, близькими до полімеру у вільному стані

літів  $\alpha$ -модифікації значно утруднюється, що супроводжується формуванням  $\beta$ -модифікації з параметрами  $a = 0.685$  нм,  $b = 1.142$  нм,  $c = 0.475$  нм,  $\beta = 109^\circ 48'$ , одночасним зменшенням співвідношення  $\alpha/\beta$  на 50% і поступовим зростанням розмірів кристалітів  $\beta$ -форми та ступеня кристалічності. При збільшенні частки наповнювача вище 40% очевидно наступає “насичення” матриці наповнювачем, яке корелює з порогом перколяції визначеним із електрофізичних досліджень [7], і проявляється в “пригнічуючій дії” надлишкової активності частинок AgI на процес кристалізації пентапласту. Як видно з рис. 2 (ж) згадані процеси супроводжуються зниженням інтенсивності зростання ступеня кристалічності матриці і подальшим зменшенням відношення  $\alpha/\beta$  модифікацій при рості середніх розмірів кристалітів  $\beta$ -форми.

Закономірності поглинання ультразвуку зі зміною вмісту компонентів, пов’язані з наявністю різних типів розсіювання ультразвукових хвиль на неоднорідностях структури полімерного композита. Перехід від одного до іншого типу розсіювання відбувається за зміни співвідношень ефективного розміру неоднорідності та довжини хвилі, що поширюється. У зв’язку з цим розрізняють релєвське, стохастичне та дифузне розсіювання.

На рис. 3 (а) схематично зображено залежність зміни поглинання ультразвукових хвиль від співвідношення довжини хвилі і розміру неоднорідності ( $\lambda/d$ ).

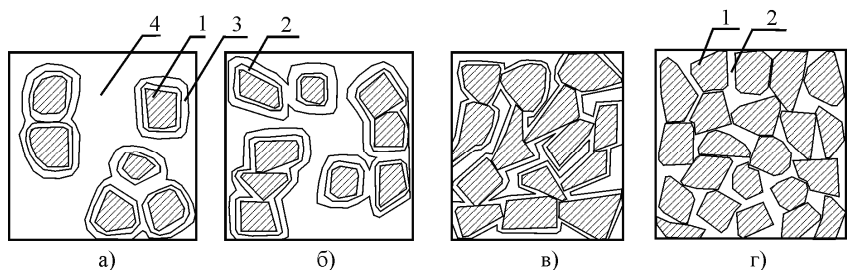
Зона I відповідає релєвському розсіюванню, коли  $\lambda/d > 1$ . За таких умов хвиля ніби обминає перешкоду, продовжуючи своє поширення у попередньому напрямі. Перешкода здатна відбити лише частину хвилі. Поглинання зростає в міру наближення довжини хвилі до розміру неоднорідності ( $\lambda/d \rightarrow 1$ ). Зона III відповідає зоні дифузного розсіювання. Воно має місце за малих значень вели-

чини  $\lambda/d$ , тобто, коли  $\lambda/d < 1$ . За таких умов хвиля не може обминути перешкоду. Вона ніби відбивається від чергової неоднорідності, хаотично (дифузно), змінюючи свій напрям, доки не згасне. Поглинання зростає в міру наближення довжини хвилі до розміру структурної неоднорідності ( $\lambda/d \rightarrow 1$ ) (рис. 3 (а)). Проміжним між дифузним та релєвським розсіюваннями є розсіювання в зоні II – стохастичне розсіювання. Очевидно, стохастичне розсіювання найбільш ефективне, оскільки, хвиля розсіюється на перешкоді ( $\lambda/d \approx 1$ ) в декількох незалежних напрямках. Надалі кожна з них теж зазнає розсіяння, натрапляючи на чергову перешкоду.

Характерно, що коефіцієнт поглинання композитів значно перевищує показники їх складових компонентів, що очевидно пов'язано з розсіюванням ультразвукових хвиль на структурних неоднорідностях системи. З рис. 2 (в), видно, що композити системи пентапласт - AgI виявляються досить чутливими до зміни частоти ультразвукових хвиль і характеризуються деяким збільшенням поглинання і величини “стрибків” поглинання при збільшенні частоти. Це може свідчити про співрозмірність структурних неоднорідностей композитів з характерними для області релєвського розсіювання розмірами. Так, при збільшенні вмісту наповнювача до 10% зростає кількість неоднорідностей типу частинка наповнювача (1) (рис. 3 (б)) з пристінним (2) та перехідними граничними (3) шарами полімеру, що знаходяться в середовищі полімерної матриці (4) з вихідною надмолекулярною структурою. Це призводить до зростання розсіювання ультразвукових хвиль і, отже, коефіцієнта поглинання  $\alpha$ . Подальше збільшення вмісту наповнювача від  $\phi = 10\%$  до 20% веде до зменшення складової – полімер у вільному стані (4) і стрибкоподібного зменшення розміру структурних неоднорідностей, що утворюються частинками наповнювача (1) із пристінним шаром (2) оточеними перехідними граничними шарами полімеру (3). Ймовірно, саме цим обумовлене зменшення величини “стрибків” поглинання  $\Delta\alpha$  композитів, що містять до 20% AgI. Подальше зростання величини “стрибків” поглинання при збільшенні вмісту AgI до 60% найбільш ймовірно пов'язане із збільшенням кількості структурних неоднорідностей. За вмісту наповнювача  $\phi > 60\%$  система стрибком переходить до стану, що характеризується не двома, а одним типом неоднорідностей меншого розміру, тобто частинками AgI (1), що знаходяться в матриці полімеру з жорсткою структурою пристінного шару (2). Спочатку це призводить до стрибкоподібного зменшення величини коефіцієнтів  $\alpha$  і  $\Delta\alpha$  в області релєвського розсіювання. Надалі, при збільшенні концентрації до 100% процес поглинання ще більше послаблюється за рахунок зростання вкладу в розсіювання складової дифузного типу ( $\lambda/d < 1$ ), що пов'язано з утворенням стеричних контактів між частинками AgI та, відповідно, зростанням розміру неоднорідностей.

Враховуючи практичну відсутність у композитах пор, компонентами структурної моделі можна вважати (рис. 4): частинки дисперсного наповнювача (1); полімер в стані пристінного до наповнювача шару (2); перехідні граничні шари полімеру (3); полімер в об'ємі з властивостями, близькими до полімеру у вільному стані (4).





**Рис. 4.** Структурна модель полімерного композиту з активно взаємодіючими компонентами: а) – з) зміна структури композиту із ростом концентрації; а), б) – дисперсний наповнювач (1), оточений полімером у пристінному (2) та перехідних граничних шарах (3), знаходиться в полімерній матриці з властивостями, близькими до полімеру у вільному стані (4); в) – дисперсний наповнювач (1), оточений полімером у пристінному (2) шарі, знаходиться в полімерній матриці з властивостями перехідних граничних шарів; з) – дисперсний наповнювач (1) знаходиться в полімерній матриці, що перебуває у стані пристінного шару.

При низьких та середніх концентраціях наповнювача полімер у складі композиту представлений трьома складовими. По мірі збільшення концентрації наповнювача, відносна (до загального об'єму полімеру) кількість полімеру у перехідних граничних та пристінному шарах прямує до 1. Таким чином, реалізується такий склад композиту, при якому вся полімерна матриця між дисперсними частинками AgI перебуває у станах (3) та (2) ( $20 \leq \phi < 60\%$ ), а потім, при концентрації 60%, у стані (2).

#### Література:

1. Рокицький М.О. Теплофізичні та електрофізичні властивості матрично-дисперсної системи на основі пентапласту та йодиду срібла: автореф. дис. канд. фіз.-мат. наук: спец. 01.04.14 “Теплофізика та молекулярна фізика” / Рокицький Максим Олександрович. – Одеса, 2009. – 20с.
2. Rokits'kyi M.A., Gorbyk P.P., Levandovs'kyi V.V., Makhno S.M., Kondratenko O.V., Shut N.I. Electrophysical properties of polymer composites penton – silver iodide system in SF-region // Functional Materials, Kharkov. – 2007. – № 1. – P. 125-129.
3. Рокицький М.О., Кирилов Д.В., Янчевський Л.К., Левандовський В.В. Технологія та пристрій для приготування термопластичних ПКМ методом пресування // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фізико-математичні науки. – Київ: НПУ. – 2004. – № 5. – С. 58-62.
4. Мулин Ю.А., Ярцев И.К., Пекур А.Х., Богданов В.П. Наполненный пентапласт // Пластические массы. – 1972. – №2. – С. 63-67.
5. Перепечко И.И. Введение в физику полимеров. – М.: Химия, 1978. – 312с.
6. Липатов Ю.С. Межфазные явления в полимерах. – К.: Наукова думка, 1980. – 260с.
7. Рокицький М.О., Шут М.І., Левандовський В.В., Мазуренко Р.В. Електрофізичні властивості матрично-дисперсної системи на основі пентапласту та

*Шут Н.И., Рокицкий М.А.,  
Рокицкая Г.В., Шут А.Н., Левандовский В.В.*

**Физико-механические свойства полимерных композиционных материалов  
на основе пентапласта и дисперсного йодида серебра**

АННОТАЦИЯ

*Ультразвуковым методом проведены экспериментальные исследования физико-механических свойств и структуры полимерных композиционных материалов (ПКМ) системы пентапласт – дисперсный иодид серебра (AgI) с фазовым переходом диэлектрик-суперионик. Результаты обсуждаются с привлечением предложенной физической модели и модельных представлений динамики изменения надмолекулярной структуры, поглощения ультразвука от размера структурных неоднородностей в зависимости от содержания наполнителя. Установлено значительное повышение поглощения ультразвука ПКМ, содержащих 20-60 % (об.) наполнителя.*

*Shut M.I., Rokitskiy M.A.,  
Rokitskaya G.V., Shut A.M., Levandovskiy V.B.*

**Physical and mechanical properties of polymer composites based  
on penton and disperse silver iodide**

SUMMARY

*Experimental researches of the physical and mechanical properties and structure of penton – disperse silver iodide (AgI) polymer composite materials (PCM) with a dielectric-superionic phase transition using ultrasound method have been carried out.*

*The results are discussed in terms of the proposed physical model and the model representation of the supramolecular structure dynamics changes and the ultrasound absorption dependences on the size of the structural inhomogeneities, depending on the filler content. The significant increase of PCM ultrasound absorption is detected with the filler concentration about 20-60 % (vol.).*