



ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МЕТОДОЛОГІЇ
ТА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

присвячена 85-річчю від дня народження кандидата фізико-математичних наук, завідувача кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи, професора Горбачука Івана Тихоновича

Збірник матеріалів конференції

**18 січня 2018 року
м. Київ, Україна**

Міністерство освіти і науки України
Національна академія педагогічних наук України
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова
Академія вищої освіти України
Національний університет харчових технологій
Миколаївський національний університет імені В.О.Сухомлинського
Рівненський державний гуманітарний університет
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
Житомирський державний університет імені Івана Франка

Всеукраїнська науково-практична конференція

Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико- математичних дисциплін

присвячена 85-річчю від дня народження кандидата фізико-математичних наук, завідувача кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи, професора Горбачука Івана Тихоновича

Збірник матеріалів конференції

18 січня 2018 року

м. Київ, Україна

Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін», присвяченої 85-річчю від дня народження кандидата фізико-математичних наук, завідувача кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи, професора Горбачука Івана Тихоновича 18 січня 2018 року, Київ, Україна – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2018. – 169 с.

Організаційний комітет

Андрущенко В.П. – доктор філософських наук, професор, член-кореспондент НАН України, академік НАПН України, ректор НПУ імені М.П. Драгоманова (**голова оргкомітету**);

Працьовитий М.В. – доктор фізико-математичних наук, професор, декан фізико-математичного факультету НПУ імені М.П. Драгоманова (**заступник голови оргкомітету**);

Торбін Г.М. – доктор фізико-математичних наук, професор, проректор з наукової роботи НПУ імені М.П. Драгоманова (**заступник голови оргкомітету**);

Сергієнко В.П. – доктор педагогічних наук, професор, директор Інституту неперервної освіти НПУ імені М.П. Драгоманова (**заступник голови оргкомітету**);

Пудченко С.А. – аспірант кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи НПУ імені М.П. Драгоманова (**відповідальний секретар**);

Вернидуб Р. М. – доктор філософських наук, кандидат фізико-математичних наук, професор, проректор з навчально-методичної роботи НПУ імені М.П. Драгоманова;

Корець М.С. – доктор педагогічних наук, професор, проректор із науково-педагогічної та адміністративно-господарчої роботи НПУ імені М.П. Драгоманова;

Андрусишин Б. І. – доктор історичних наук, професор, декан факультету політології та права;

Падалка О. С. – доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України, завідувач кафедри економіки освіти;

Гончаренко Я. В. – кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри вищої математики;

Грищенко Г. О. – кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри експериментальної та теоретичної фізики та астрономії;

Сиротюк В. Д. – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії;

Швець В. О. – кандидат педагогічних наук, професор, завідувач кафедри математики і теорії та методики навчання математики;

Шут М. І. – доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАПН України, завідувач кафедри загальної і прикладної фізики;

Січкач Т. Г. – кандидат фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри загальної і прикладної фізики;

Касперський А.В. – доктор педагогічних наук, кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри технічної фізики та математики;

Заболотний В.Ф. – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри фізики і методики навчання фізики, астрономії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського;

Єфименко В. В. – кандидат педагогічних наук, доцент, заступник декана факультету інформатики;

Мусієнко Ю.А. – старший викладач кафедри методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін вищої школи НПУ імені М.П. Драгоманова;

Лазаренко М.В. – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики Національного університету харчових технологій Київ;

Мосієвич О. С. – кандидат фізико-математичних наук, професор кафедри фізики, проректор Рівненського державного гуманітарного університету;

Ткаченко О. К. – кандидат фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізики Житомирського державного університету імені Івана Франка.

Січкач Т.Г.,
 Кандидат фізико-математичних наук,
 Професор кафедри загальної та прикладної фізики,
 Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова,
 Київ, Україна
Янчевський Л.К.,
 Академік Нью-Йоркської Академії наук,
 Завідувач лабораторії кафедри загальної та прикладної фізики,
 Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова,
 Київ, Україна
Банак В.Д.,
 студент фізико-математичного факультету,
 Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова,
 tsichkar@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЛАСТИФІКАТОРУ НА СТРУКТУРУ ЕПОКСИДНОГО ПОЛІМЕРУ УЛЬТРАЗВУКОВИМ МЕТОДОМ

Найбільшого поширення серед епоксидних смол набули епоксидні діанові смоли. Однак, відомо, що діанові смоли не можуть бути використані при температурах вище $+140 - 160^{\circ}\text{C}$. Дослідження показали, що значне підвищення теплостійкості композиційних матеріалів не може бути досягнуте шляхом модифікації діанових смол а вимагає використання інших видів смол. Цим вимогам відповідають епоксиноволачні смоли (Рис. 1.), які являються продуктом конденсації епіхлогідрину з новолачними фенолформальдегідними смолами різної молекулярної маси. Кількість епоксидних груп в таких смолах визначається кількістю фенольних кілець у вихідній новолачній фенол-формальдегідній смолі, що дозволяє отримати епоксидну смолу з великою кількістю зшивок. Це зумовлює значну жорсткість отверджених продуктів і їх меншу еластичність в порівнянні з діановими смолами. Однак, велика кількість зшивок визначає також підвищену теплостійкість матеріалів отриманих на основі епоксиноволачних смол. Жорсткість зменшують використовуючи різноманітні пластифікатори, в першу чергу – дибутилфталат ДБФ.

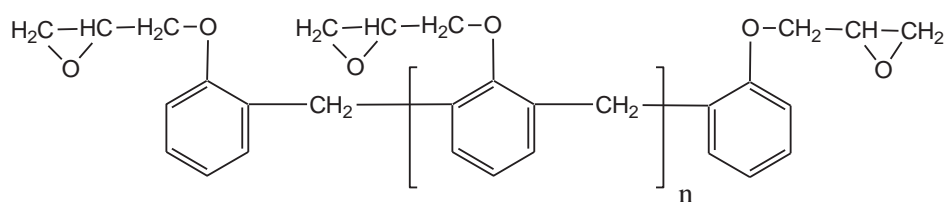


Рис. 1. Загальна формула епоксиноволачних смол

– В нашій роботі для визначення швидкості поширення та коефіцієнта поглинання ультразвуку використовувався ехо-імпульсний метод [1]. Схема досліду показана на рис. 2. Генератор імпульсів збудження 1 подає електромагнітні імпульси на випромінювач ультразвукових коливань 2, що працює за принципом прямого п'єзоефекту. Ультразвуковий імпульс, збуджений випромінювачем, поширюється у зразку 3 досліджуваного матеріалу, відбивається від задньої грані зразка і знову потрапляє на випромінювач, який, працюючи тепер як приймач на принципі зворотнього п'єзоефекту, перетворює механічний імпульс в електричний. Далі сигнал потрапляє на попередній підсилювач 4 та на індикаторний блок 5 та обчислювальний блок 6. На екрані індикаторного блоку 5 спостерігається серія відбитих ехо-імпульсів. Якщо t – час пробігу відстані $2h$, де h – товщина досліджуваного зразка, то швидкість звуку визначається співвідношенням:

$$c = \frac{2h}{t}$$

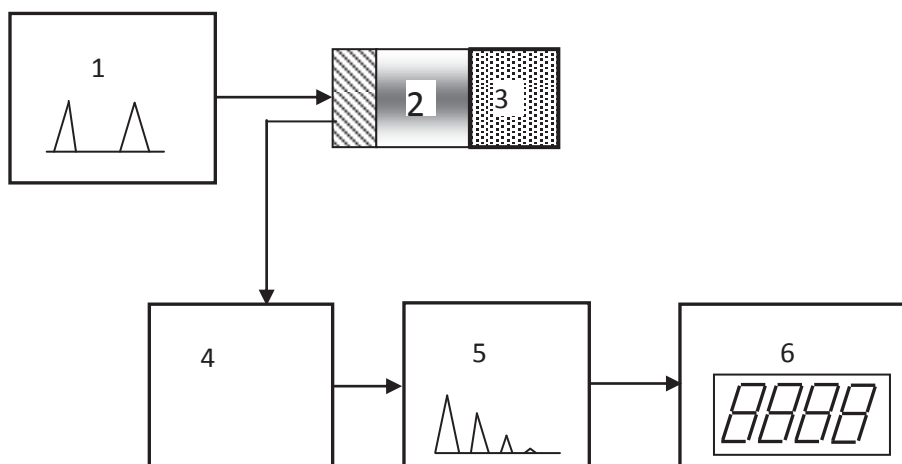


Рис. 2. Схема дослідження для визначення швидкості та поглинання ультразвуку ехо-імпульсним методом.

Вимірювання проводились за допомогою вимірювача швидкості поширення і коефіцієнта поглинання ультразвуку УС – 12ИМ, на частотах 5, 7,5 та 10 МГц. Досліджувались зразки епоксисинволачної смоли УП-643 з різним вмістом пластифікатора – дибутілфталату (ДБФ). Модуль пружності E визначений за результатами вимірювань поводить себе неоднозначно (табл.). Можна побачити, що модуль пружності E при збільшенні концентрації ДБФ зменшується. Це зумовлено тим, що акустичні властивості сітчастих полімерів визначаються в основному їх топологічною структурою. Модуль пружності відображає загальне зменшення ступеня зшивки композиції при наявності активного пластифікатора ДБФ.

Таблица

	$E \cdot 10^{-9} \text{ Па}$						
	0	1	3	5	10	20	50 мас.ч. ДБФ
10 МГц	8,07	8,06	8,03	8,11	7,80	7,22	5,73
7,5 МГц	7,95	8,02	8,11	7,98	7,70	7,10	5,74
5 МГц	8,09	8,06	8,03	8,12	7,82	7,20	5,72

Модулі пружності епоксисинволачного полімеру в залежності від вмісту дибутілфталату

Вміст ДБФ до 10 мас. ч. на 100 мас. ч. Смоли ($\approx 7\%$ об'ємн.) проводить антипластифікуючу дію, механізм якої для сітчастих полімерів вперше описаний в роботах Перепечко І.І. [2]. Утворення сольватаційних зв'язків полімер-пластифікатор-полімер приводить до збільшення жорсткості макромолекул (а значить і модуля пружності E). При цьому зростає інтенсивність міжмолекулярних фізичних зв'язків, що вносить також суттєвий вклад в значення модуля пружності. Ефект антипластифікації спостерігається в модифікованих епоксидних композиціях в межах доброї сумісності розчинника і полімеру. Максимальний ефект антипластифікації спостерігається при вмісті 5 – 10 мас. ч. розчинника (пластифікатора). Різне зменшення модуля пружності E при збільшенні концентрації пластифікатора зумовлене очевидно виділенням його у вигляді окремої фази.

Методами електронно-зондового мікроаналізу було показано [3], що розподіл 30% дибутілфталату в епоксидному полімері такий:

В густозшитих ділянках	1,25%
В рідкозшитих, дефектних зонах	27%
У вигляді мікро краплин дискретної фази	1,75%

Схема такого розподілу розчинника в епоксидному полімері може бути проілюстрована схемою, представленою на рис. 3:

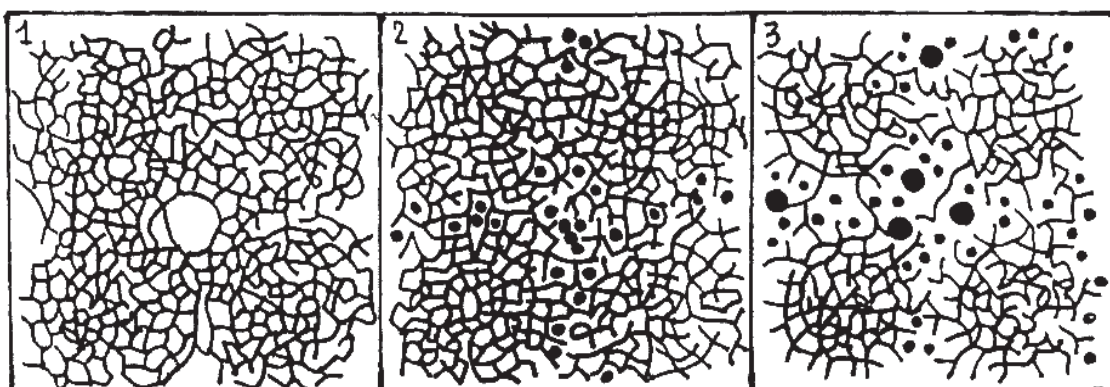


Рис. 3. Схема зміни структури епоксидного полімеру при введенні пластифікатора: 1 – вихідний полімер; 2 – полімер, що містить пластифікатор в межах сумісності; 3 – виділення пластифікатора у вигляді окремої фази.

Таким чином, основний вплив дибутилфталату на структуру епоксидного полімеру приходить через слабо зшиті ділянки. Малі концентрації шляхом збільшення міжмолекулярної взаємодії через сольватаційні зв'язки зменшують інтегральну молекулярну рухливість, що й виражається у збільшенні динамічного модуля у склоподібному стані. Великі концентрації ДБФ (вище 20 мас. ч.) призводять до руйнування не лише зв'язків між густо зшитими мікро областями, але і до руйнування їх самих.

Література

1. Шут М.І., Левандовський В.В., Січка Т.Г., Янчевський Л.К. Загальна фізика. Спеціальний фізичний практикум. – К.: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2017. – 190 с.
2. Перепечко И.И. Акустические методы исследования полимеров. – М.: 1973. – 295 с.
3. Хозин В.Г., Полянский А.А., Будник Ю.М., Воскресенский В.А. Изменение надмолекулярной структуры эпоксидных полимеров под влиянием растворителей. – Высокомолекул. соедин. с. А., 1982, №11, с.2308-2314.
4. Н.И.Шут, Т.Г.Сичкарь, О.Л.Лопес, В.П.Дущенко, Влияние ДБФ на теплофизические и релаксационные свойства эпоксидной смолы УП-643. – Пластические массы, 1987, №4, с. 34-36.

Січка Т.Г., Янчевський Л.К., Банак В.Д. Дослідження впливу пластифікатора на структуру епоксидного полімеру ультразвуковим методом.

Ультразвуковим методом досліджено пружні властивості пластифікованого ДБФ епоксидного полімеру. Запропоновано модель впливу структурних змін на пружні властивості епоксидних композитів.

Ключові слова: Ультразвуковий метод, епоксидні полімери, пластифікатори.

Sichkar T.G., Yanchevsky L.K., Banak V.D. Researching influence of plasticizer on the structure of epoxy polymer by an ultrasonic method.

Elastic properties of plasticized dbf epoxy polymer explored by an ultrasonic method. the model of influence of the structural changes on resilient properties of epoxy composites presented.

Key words: ultrasonic method, epoxy polymers, plasticizers.