



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.

Шут М.І.,
академік НАПН України, доктор фізико-математичних наук, професор,
завідувач кафедри загальної та прикладної фізики, НПУ імені М.П. Драгоманова,
м. Київ, Україна,
mishut1@ukr.net

Рокицька Г.В.,
аспірант, НПУ імені М.П. Драгоманова,
м. Київ, Україна,
galina-darla@ukr.net

Розанович В.Ю.,
студент, НПУ імені М.П. Драгоманова,
м. Київ, Україна
vrozanovych@gmail.com

Рокицький М.О.,
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент, НПУ імені М.П. Драгоманова,
м. Київ, Україна,
maksal@bigmir.net

Шут А.М.,
кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри загальної та прикладної фізики
НПУ імені М.П. Драгоманова
Київ, Україна
a_shut@ukr.net

АНАЛІЗ ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ СПЕКТРІВ ВНУТРІШНЬОГО ТЕРТЯ ПОЛІМЕРНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ПЕНТАПЛАСТУ

Як відомо, релаксацийні переходи в полімерах пов'язані з молекулярною рухливістю різних структурних елементів, що входять до тих чи інших підсистем полімеру. У цілому релаксацийні переходи та характерні часи релаксації $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ визначаються дискретним спектром молекулярної рухливості. Релаксацияна спектроскопія [1, 2] дозволяє з дискретних спектрів знайти усі релаксацийні переходи, характерні для даного полімеру, виявити їх природу, типи структурних елементів (кінетичних одиниць), а також їх рухливість (за τ_i та енергіями активації U_i), розміри v_i (за значеннями коефіцієнтів B_i у рівнянні Больцмана-Арреніуса $\tau_i = B_i e^{\frac{U_i}{kT}}$) та концентрацію (за величиною внесків E_i).

Як правило усі релаксацийні переходи у полімерах розділяються на три групи: низькотемпературні переходи (β -процеси релаксації), процес склування полімеру (α -процеси релаксації) та повільні високотемпературні переходи (λ -процеси релаксації).

β -процеси релаксації, що відповідають не коливанням атомів, а руху кінетичних одиниць, що включають в себе групу атомів у ланцюгу, але значно менших ніж сегмент, спостерігаються на залежності $tg\delta=f(T)$ (Рис. 1.) в околі температур $-50 < T < -10$ °С. При цьому процес характеризується двома максимумами, що відповідають β - та β_1 -релаксації, що в свою чергу викликані, очевидно, розморожуванням мілкомасштабних рухів CH_2 та CH_2Cl груп у складі полімерного ланцюга відповідно.

Як видно з рис. 1 чистий пентапласт характеризується наявністю яскраво виражених α -процесів релаксації з максимумом на залежності $tg\delta=f(T)$, що відповідає 26 °С.

У роботі [3], було показано, що для процесу α -релаксації значення $B \approx 5 \cdot 10^{-12}$ с, що однозначно свідчить, про те що кінетичною одиницею у вказаних процесах є вільний сегмент. Крім α -процесу релаксації, що відповідає процесу склування основної частини

аморфної складової пентапласту (ступінь кристалічності чистого пентапласту становив 26 % [4]), на температурній залежності $tg\delta$ спостерігаються ще два процеси для яких значення B також мають порядок $5 \div 5,5 \cdot 10^{-12}$ с. Таким чином, очевидно, що це є α_1 - та α_2 -процеси релаксації, перший з яких може відноситись до сегментальної рухливості у перехідних шарах від кристалічної до аморфної фази, а другий – до сегментальної рухливості в аморфних ділянках.

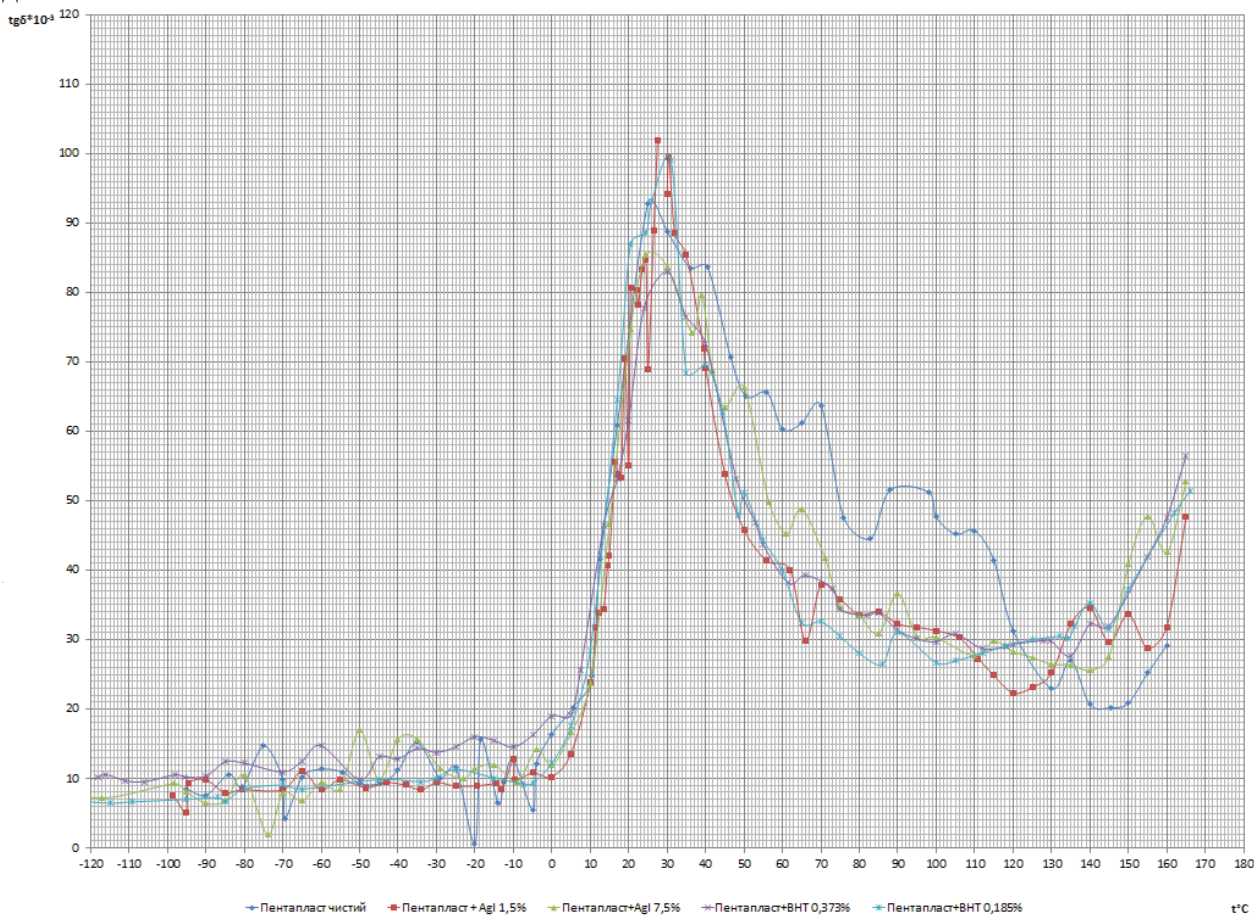


Рис. 1. Температурні залежності тангенса кута механічних втрат у полімерних системах на основі пентапласту

При температурах порядку $140 \div 150$ °C та вище спостерігається деяке підвищення значень тангенса кута механічних втрат $tg\delta$, що відповідає λ -процесу релаксації, пов'язаного з рухливістю флуктуаційних надсегментальних та надмолекулярних структур в аморфній фазі у вигляді впорядкованих та ущільнених мікрообластей (структурних мікроблоків або кластерів). Сегменти, що входять до надсегментальні та надмолекулярні структури, на відміну від вільних сегментів є зв'язаними, а отже для їх активації необхідна більша енергія, що відповідає більшим значенням температури.

Наповнення пентапласту дисперсними частинками AgI та вуглецевими нанотрубками, призводить до ускладнення структури системи та спричинює виникнення додаткових релаксаційних явищ. Так наповнений пентапласт характеризується у високоеластичному стані двома релаксаційними переходами, що обумовлені присутністю активного наповнювача. Відповідно для неперервного спектру часів релаксації при додаванні активного наповнювача з'являються два нових максимуми – α' та ϕ .

Перший низькотемпературний перехід (так званий α' -процес) пов'язаний із сегментальною рухливістю у міжфазних шарах полімеру, адсорбованих на активному наповнювачі. Він проявляється дещо вище області склування та характеризується більш високою енергією активації, ніж процес α -релаксації, відповідальний за процес склування.

Другий високотемпературний перехід (так званий ϕ -процес [5]) пояснюється рухливістю частинок активного наповнювача.

На відміну від неконцентрованих колоїдних систем з малов'язким рідким середовищем (вода, органічні рідини), де тепловий рух частинок дисперсної фази являє собою броунівський рух, у наповнених полімерах характер їх теплового руху інший. Частинка наповнювача, перебуваючи у в'язкопружному середовищі – полімерній матриці – здійснює коливання з власною частотою ν_0 та періодом коливань θ . Внаслідок теплових флуктуацій час від часу частинка переміщується малими стрибками у сусідні положення рівноваги. На відміну від низькомолекулярних систем коливально-поступальний характер теплового руху частинок у полімерній системі спостерігається при будь-яких концентраціях дисперсної фази, оскільки частинки перебувають у пружному середовищі – полімерній матриці.

Релаксаційний ϕ -процес характеризується відповідним дискретним часом релаксації, що займає положення між часом хімічної релаксації та часами λ -релаксації у дискретному спектрі часів релаксації полімеру.

Література

1. Бартенев Г.М., Зеленев Ю.В. Курс физики полимеров. Л.: Химия, 1976. - 284с.
2. Бартенев Г.М. Структура и релаксационные свойства эластомеров. М.: Химия, 1979. – 288 с.
3. Shut M.I., Rokitskiy M.A., Shut A.M., Rokitskaya G.V. Determination of relaxation characteristics complex for penton – AgI matrix – disperse system // Functional Materials. – 2013. – Vol. 20, № 2. – С.221-226.
4. Шут М.І., Рокицька Г.В., Рокицький М.О., Левандовський В.В., Оранська О.І. Рентгенографічні дослідження матрично-дисперсної системи на основі пентапласту та йодиду срібла // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 1. Фізико-математичні науки, Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова. – 2011. – № 12. – С. 6-12.
5. Бартенев Г.М. Релаксационный ϕ -переход в наполненных полимерах и молекулярная подвижность частиц активного наполнителя // Высокомолекулярные соединения. – 1982. – Т. XXIV, № 9. – С. 1836-1841.

Шут М.І., Рокицька Г.В., Розанович В.Ю., Рокицький М.О., Шут А.М. Аналіз температурних залежностей спектрів внутрішнього тертя полімерних систем на основі пентапласту

Анотація. У даній роботі проведено аналіз температурних залежностей тангенса кута механічних втрат ($\text{tg}\delta=f(T)$) композитів полімерних систем пентапласт - AgI та пентапласт - ВНТ в температурному інтервалі склування, форма якої спричинена присутністю структурно-активних частинок йодиду срібла та ВНТ. Показано, що метод вільних крутильних коливань може бути застосований і до полімерних композиційних матеріалів до складу яких входять полімери здатні до кристалізації, а саме високомолекулярні полієфіри та дисперсні наповнювачі.

Ключові слова: полімер, релаксація, склування.

Shut M., Rokytska H., Rozanovych V., Rokytskyi M., Shut A. Analysis of temperature dependences of inner friction of polymer systems based on penton.

Abstract. In this research the analysis of temperature dependences of angle of mechanical losses ($\text{tg}\delta=f(T)$) of polymer composites of systems penton - AgI and penton - CNT, whose shape is caused by structure-active silver iodide and CNT particles occurrence, in glass transition temperature range, have been carried out. It has been shown that method of free rotational oscillations can be used also to polymer composite materials which includes polymers able to crystallization, namely, high-molecular polyesters and disperse fillers.

Key words: polymer, relaxation, glass transition.