

3. Валентина Бойко Програмні засоби для проведення тестового контролю знань. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://chnpu.edu.ua/fizmat/index.php?pg=rozrob&ph=iot&id=iot> 14
4. Вимірювання в освіті: Підручник / за ред. О.В. Авраменко. – Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2011. – 360 с. 9
5. Гайдуков С.Р. Система тестирования знаний Open Test // Программирование. – 2003. – № 8. – С. 24–32. 6
6. Галузинський Г.П., Гордієнко І.В. Сучасні технологічні засоби обробки інформації: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 1998. – 224 с. 4
7. Комп'ютерне тестування знань MyTestXPro. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mytest.klyaksa.net> 15
8. Корнієць О.М. Комплекс програм для тестування Testing: Навчально-довідковий посібник. Вид.1-е. / О.М. Корнієць – Чернігів: ЧОППО ім. К.Д. Ушинського, 2010. – 38 с. 10

TEST COMPUTER PROGRAMS TO DETERMINE STUDENT'S LEVEL OF KNOWLEDGE AND SKILLS

Abstract. *Various test programs are considered: the advantages and disadvantages of local, online computer programs to test student's knowledge and skills.*

Keywords. *Testing, software, remote knowledge testing.*

Олександр Мозговий, Анастасія Ковтун

РОЗСІЮВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПОЛІМЕРНИМИ ВУГЛЕПЛАСТИКАМИ З ВУГЛЕЦЕВИМИ НАНОМОДИФІКАТОРАМИ

Анотація. *Проведені дослідження втрат механічної енергії полімерними вуглепластиками показали позитивний вплив наномодифікаторів на підвищення фізико-механічних характеристик композитів.*

Ключові слова. *Композиційні матеріали, вуглепластики, наномодифікатори, вуглецеві нанотрубки, вуглетканина, розсіювання механічної енергії.*

До композиційних матеріалів (КМ) відносять більшість металевих матеріалів, які армовані різного роду волокнами або є області з різними механічними властивостями. Полімерні матеріали також можна віднести до композитів, оскільки крім основного компонента полімеру в якості матриці в них присутні різного роду армуючі елементи, наповнювачі, барвники та інші [4].

Актуальним є всебічне випробування КМ в реальних умовах експлуатації, розробка нових принципів в конструюванні виробів і підвищення їх технологічності. Висока структурна чутливість і універсальність методу внутрішнього тертя дозволяє вивчати явища, властивості і характеристики твердих тіл на мікроскопічному рівні. Він допомагає при рішенні багатьох конкретних задач в матеріалознавстві.

Можливість дослідження важливої фізичної характеристики - розсіювання механічної енергії у гібридних полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) на основі вуглецевих і базальтових волокон методом внутрішнього тертя показана у роботах [7, 8]. Встановлено, що величина внутрішнього тертя, інтенсивність розсіювання механічної енергії залежать від складу і структури досліджуваних вуглецевих ПКМ.

Введення в структуру композитів армуючих високомодульних та високоміцних вуглецевих волокон підвищує жорсткість, опір текучості, в'язкість руйнування, зменшує коефіцієнт теплового розширення композиту [6]. Подальше зростання механічних характеристик та одержання додаткових експлуатаційних властивостей – тепло-, електро, антифрикційних і т.д., пов'язують з введенням невеликої кількості вуглецевих наномодифікаторів у полімерні вуглекомполімери [1, 10].

Внутрішнє тертя композитів вимірювали оберненим крутильним маятником (частота близько 1 Гц) при збільшенні та зменшенні амплітуди деформації і температури

[9]. Механічні згасаючі коливання звукової частоти зразків із ПКМ вивчали на спеціально виготовленій установці, що дозволяє записувати розгортку затухаючих коливань комп'ютером [3] і подальшій обробці розробленою програмою Damping.

Вихідним матеріалом для досліджень був вуглепластик на основі вуглецевої тканини УТ 900 саржевого плетіння і зв'язуючого - епоксидної термореактивної смоли ЕД 20. Вуглепластики отримували методом викладки з подальшим гарячим пресуванням.

Для модифікації вуглепластиків з метою підвищення їх фізико-механічних характеристик використовували стандартні вуглецеві нанотрубки (ВНТ) та розроблені вуглецеві наночастинки (ВНЧ) [2, 6]. Для рівномірного розподілення вуглецевих наномодифікаторів у епоксидній матриці використовували технологію ультразвукового перемішування. Вміст наномодифікаторів у ній складав 1,3 – 1,5% мас. (4 – 5 % мас. по полімеру).

Для порівняння впливу структури вуглепластика на розсіювання механічної енергії був також досліджений вуглепластик на основі високомодульної односпрямованої вуглецевої стрічки ЕЛУР та зв'язуючого ЕД 20. Фізико-механічні властивості досліджених матеріалів подані в таблиці 1.

Таблиця 1. Фізико-механічні властивості вуглекомполімерів з наномодифікаторами

	Тип матеріалу, склад	Густина > , г/см ³	Модуль пружності Е, ГПа
1.	Вуглепластик (вихідний) армуюча вуглетканина УТ 900 – 69,6 % мас. зв'язуюче ЕД 20 – 30,4 % мас.	1,40	84
2.	Вуглепластик армуюча вуглетканина УТ 900 – 68,4 % мас. зв'язуюче ЕД 20 – 30,1 % мас. Модифікатор ВНТ 1,5% мас (5% мас. по зв'язуючому)	1,46	132
3.	Вуглепластик армуюча вуглетканина УТ 900 – 52,9 % мас. зв'язуюче ЕД 20 – 45,6 % мас. Модифікатор ВНЧ 1,5% мас (3% мас. по зв'язуючому)	1,40	128
4.	Вуглепластик односпрямований Вуглецева армуюча стрічка ЕЛУР – 61,7 % мас. зв'язуюче ЕД 20 – 36,9 % мас. Модифікатор ВНЧ 1,4% мас (4% мас. по зв'язуючому)	1,48	160

Аналіз поданих у таблиці 1 даних показав, що використання у невеликій кількості (1,3-1,5% мас.) вуглецевих наномодифікаторів ВНТ та ВНЧ при збереженні густини призвело до збільшення модуля пружності на 50-60% у порівнянні з вихідним ПКМ на основі армуючої вуглецевої тканини УТ 900 та зв'язуючого ЕД 20.

Дослідження амплітудної залежності внутрішнього тертя (АЗВТ) [5] не виявили великого впливу величини змінної деформації на розсіяння механічної енергії усіх досліджуваних вуглекомполімерів. Спостерігається незначне зростання величини внутрішнього тертя у досліджуваному діапазоні амплітуд: для вихідного ПКМ і з модифікатором ВНТ на 10-12% (рис. 1) і для вуглепластика з модифікатором ВНЧ на 20-25% (рис. 2).

Збільшення і зменшення амплітуди деформації під час вимірювання АЗВТ викликало не велику різницю величини розсіяння механічної енергії для вихідного ПКМ і з модифікатором ВНТ. При цьому спостерігається неспівпадання кривих при збільшенні та зменшенні амплітуди деформації. Криві при зменшенні деформації проходять вище кривих, які отримані при збільшенні амплітуди деформації. Для вуглепластика з армуючою вуглетканиною УТ 900 і модифікатором ВНЧ та односпрямованого вуглепластика з вуглецевою армуючою стрічкою ЕЛУР і модифікатором ВНЧ неспівпадання кривих при збільшенні і зменшенні амплітуди деформації не спостерігається.

Введення вуглецевих нанотрубок у вуглепластик викликало підвищення фізико-механічних характеристик композиту – збільшення модуля пружності і при цьому появились додаткові центри розсіяння механічної енергії. Величина внутрішнього тертя зросла на 16%.

Вуглецеві наночастинки викликали невелике збільшення інтенсивності АЗВТ порівняно з вихідним ПКМ і модифікаторами ВНТ. Величина внутрішнього тертя композиту, армованого вуглетканиною УТ 900, у всьому діапазоні амплітуд деформації, у три рази більше за розсіяння механічної енергії односпрямованим вуглекомполитом, який армовано вуглецевою стрічкою ЕЛУР.

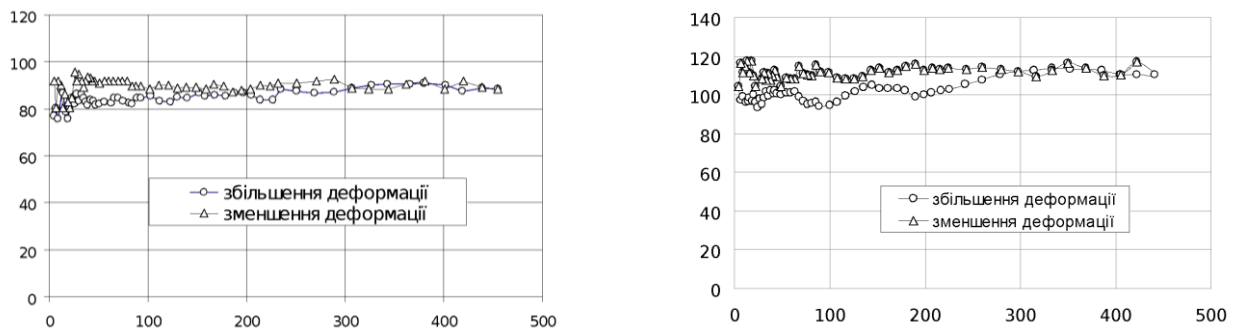


Рис. 1. Амплітудна залежність внутрішнього тертя вуглепластика з армуючою вуглетканиною УТ 900: а- вихідний ПКМ; б – з модифікатором ВНТ

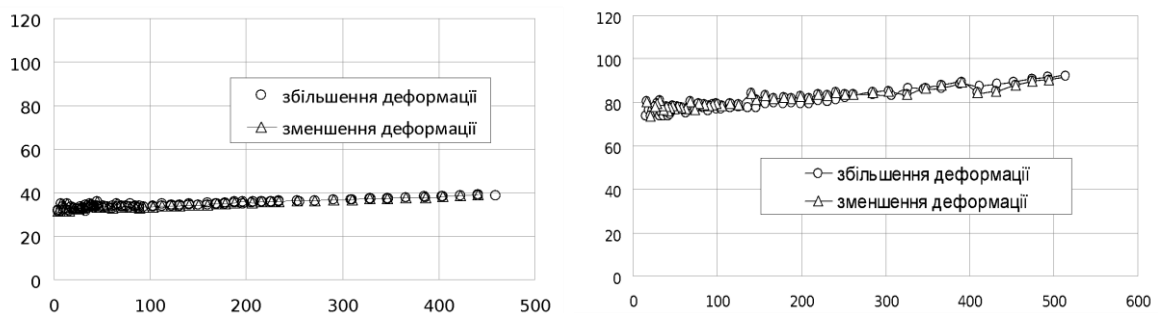


Рис. 2. Амплітудна залежність внутрішнього тертя вуглепластика: а - з армуючою вуглетканиною УТ 900 і модифікатором ВНЧ; б - односпрямованого з вуглецевою армуючою стрічкою ЕЛУР і модифікатором ВНЧ

Проведені дослідження показали перспективність введення наномодифікаторів, які дозволяють поліпшити експлуатаційні властивості вуглекомполитів трохи збільшуючи розсіяння механічної енергії. Наявність армуючої вуглетканини УТ 900 спричиняє більші втрати механічної енергії у ПКМ порівняно зі односпрямованим вуглекомполитом з армуючою стрічкою ЕЛУР.

Дослідження у звуковому діапазоні проводили на спеціальній установці. Криві затухаючих поперечних коливань представлені на рис. 3.

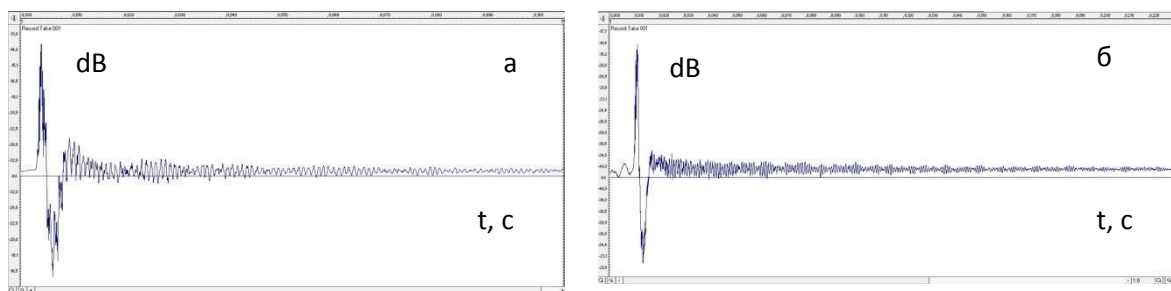


Рис. 3. Графік затухаючих коливань – вуглепластик з армуючою вуглетканиною УТ 900 – 64,8% мас (а) і 52,9 % мас (б) – перший вимір

Спектральний аналіз наведених графіків виявив, що такий характер ходу викликаний зміною частоти основних гармонік у процесі затухання коливань. Які в свою чергу, змінюються за рахунок впливу на незначні структурні зміни композиту під впливом зовнішнього збудника механічних коливань. На рис. 5 показані спектральні характеристики кривих затухаючих коливань вуглепластика з масовою часткою 52,9% армуючої вуглетканини УТ 900.

Таблиця 2. Дані спектрального аналізу вуглепластика армуючої вуглетканини УТ 900 – 52,9 % мас

Вимір	dB	Hz	Вимір	dB	Hz	Вимір	dB	Hz	Вимір	dB	Hz
1	-57	1007	2	-49	109	3	-48	1050	4	-53	79
	-75	2115		-57	1037		-59	1934		-43	1013
	-65	2594		-65	1995		-73	3958		-63	1934
	-72	3432		-73	3462		-55	6498		-64	3019
	-69	6754		-78	5377		-84	11596		-31	6406

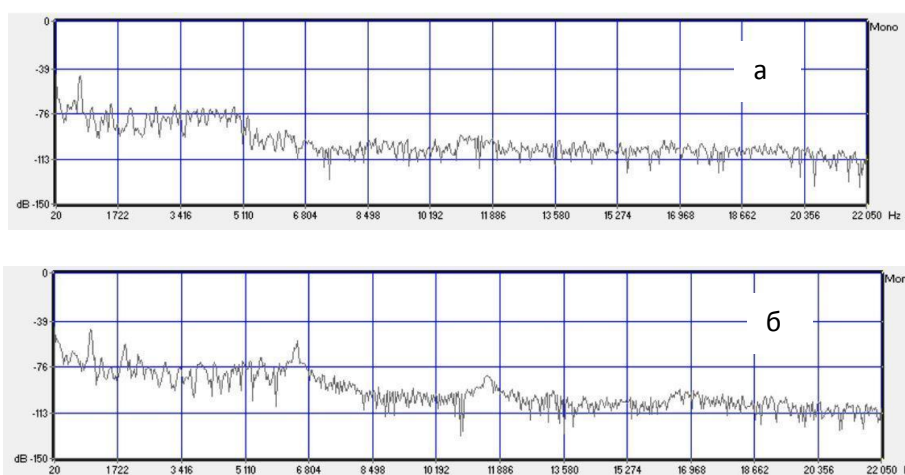


Рис. 5. Спектральний аналіз вуглепластика з армуючою вуглетканиною УТ 900 – 52,9 % мас: а - вимір 1, б - вимір 3

Список використаних джерел

1. Kumar S. Polymer/Carbon Nanotube Composites: Opportunities and Challenges. International Symposium on Nanostructured Polymeric Materials, Tokyo, Japan, December 4-5, 2003. - P.77-81.

2. Peresenceva L. Fullerene-like carbon formation during hydrate cellulose fibers carbonization / L. Peresenceva, L. Vyshniykov, G. Oleinik. // Abstract Book II International Conference on Modern Achievements of Science and Education, Netanya, Israel, 25 Sep. – 2 Oct. 2008. – P. 21 –23.
3. Богуслаєв О. В. Діагностика лопаток ГТД звуковим методом / О. В. Богуслаєв, О. В. Мозговий, С. В. Мозговий, А. Я. Качан, А. В. Тітов // Вісник двигунобудування, 2004. – № 1. – С. 148 – 150.
4. Будова та механізм утворення неорганічної складової гібридних полімерів на основі сполук алюмінію та поліфеніленів. С. 10-11. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25918/1/Golovchuk_magistr.pdf.
5. Вишняков Л.Р., Мозговий О.В., Синайський Б.М. Переселенцева Л.М., Морозова В.М. Вплив вуглецевих наночастинок на розсіяння механічної енергії полімерними вуглекомполімерами // Наукові нотатки. Зб. наук. праць. – Луцьк : ЛНТУ, 2011. – В. 32. – С. 58-62.
6. Вишняков Л.Р., Переселенцева Л.Н., Коханый В.А. Углеродные частицы-анионы для модифицирования полимерных композитов/ Материалы 29-й Межд. НПК и блиц-выставки «Композиционные материалы в промышленности» (Славполикком-2009), Ялта, 1-5 июня 2009. С.17-19.
7. Вишняков Л.Р., Синайский Б.Н., Яременко О.П., Петропольский В.С., Демиденко З.Н. Полимерные гибридно-армированные композиты для лопастей малых ветродвигателей // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні, 2009. – №2. – С. 41- 45.
8. Вишняков Л. Р. Демпфирующие свойства гибридных полимерных композиционных материалов на основе углеродных и базальтовых волокон / Л. Р. Вишняков, А. В. Мозговой, Б. Н. Синайский, В. П. Мороз // Композитные материалы. Международный научно-технический сборник. Днепропетровск : ДГАУ, 2010. – Т.4. – №1. – С. 58 – 60.
9. Головин И. С. Внутреннее трение и механическая спектроскопия металлических материалов : учеб. / И. С. Головин. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2012. – 247 с.
10. Гуняев Г.М., Ильченко С.И., Комарова О.А. и др. Технология и эффективность модифицирования углепластиков углеродными наночастицами // Конструкции из композиционных материалов, № 4, 2004. –С.77-79.

MECHANICAL DISSIPATION ENERGY OF POLYMER CARBON PLATES WITH CARBON NANO MODIFIERS

Annotation. *Conducted studies of the loss of mechanical energy by polymeric carbon plastics have shown the positive effect of nano modifiers on increasing the physical and mechanical characteristics of composites.*

Keywords. *Composite materials, carbon plates, nano modifiers, carbon nanotubes, carbon tissue, mechanical energy dissipation.*

Дарія Поліщук, Вікторія Думенко

БІОФІЗИЧНІ МЕХАНІЗМИ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ ПОБУТОВИХ ПРИЛАДІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Анотація. *У статті описано частотні діапазони електромагнітних випромінювань побутових приладів, характеристики електромагнітних полів; проаналізовано біофізичні механізми впливу неіонізуючих електромагнітних випромінювань на організм людини, подано аналіз сучасних наукових статей присвячених експериментальним дослідженням змін функціонуванні органів і систем.*

Ключові слова: *електромагнітне випромінювання, частотний діапазон, фізичні механізми.*

Сучасна людина використовує побутові прилади, які є джерелами електромагнітного випромінювання різних частот. Досить важливою проблемою, якій присвячена велика кількість досліджень, є біофізичні та біомедичні чинники впливу на організм людини неіонізуючих випромінювань. Ця проблематика залишається досить актуальною, оскільки ще недостатнього досліджені біофізичні зміни у функціонуванні організму при тривалому впливові електромагнітних випромінювань. До факторів електромагнітної природи, які несуть потенційну небезпеку для здоров'я людини відносять: