

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-340-8-7>

CARBON FIBER REINFORCED PLASTICS BASED ON AROMATIC POLYAMIDE

ВУГЛЕПЛАСТИКИ НА ОСНОВІ АРОМАТИЧНОГО ПОЛІАМІДУ

Chigvintseva O. P. Чигвінцева О. П.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Chemistry
Dnipro State Agrarian and Economic University
Dnipro, Ukraine* *кандидатка технічних наук, доцентка,
завідувачка кафедри хімії
Дніпровський державний аграрно-
економічний університет
м. Дніпро, Україна*

Rula I. V. Рула І. В.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Chemistry
Dnipro State Agrarian and Economic University
Dnipro, Ukraine* *кандидатка технічних наук, доцентка,
доцентка кафедри хімії
Дніпровський державний аграрно-
економічний університет
м. Дніпро, Україна*

Boiko Yu. V. Бойко Ю. В.

*Senior Lecturer at the Department of Chemistry
Dnipro State Agrarian and Economic University
Dnipro, Ukraine* *старша викладачка кафедри хімії
Дніпровський державний аграрно-
економічний університет
м. Дніпро, Україна*

Вуглепластики – композиційні матеріали на основі полімерних в'язучих і волокнистого наповнювача, в якості якого використовуються вуглецеві волокна (ВВ). За останні десятиліття вуглепластики (ВП) знайшли різноманітне застосування у багатьох галузях промисловості завдяки їх унікальним властивостям, а саме: хімічній інертності; високим показникам міцності, тепло- і електропровідності, радіаційної стійкості; низькій повзучості і температурному коефіцієнту лінійного термічного розширення.

Завдяки наявності у структурі метал-вмісних вуглецевих волокон (Ме-ВВ) високодисперсних нанорозмірних металовмісних включень у вигляді відновлених металів, оксидів металів та їх карбідів, вони набувають покращених міцнісних, антифрикційних, біоцидних, магнітних та інших властивостей [1]. Наявність в структурі Ме-ВВ

мікронного розміру (діаметр волокна $\sim 6-8$ мкм) нанорозмірних фаз металів і структурно-впорядкованого вуглецю надає їм ком-плекс нових властивостей, характерних для нанорозмірних об'єктів і дозволяє розширити можливості їх практичного використання. Крім того, модифікація ВВ металами призводить до поліпшення їх змочування полімерним в'язучим, що забезпечує більш рівномірний розподіл волокнистого наповнювача в струк-турі полімерного композиту [1].

З метою створення нових вуглепластиків конструкційного призначення ароматичний поліамід фенілон С-2 армували Ме-ВВ, що містять у своєму складі хром (Cr-ВВ) та мідь (Cu-ВВ) у кількості 17 мас. %, які отримували введення відповідних металів в структуру ВВ шляхом просочення целюлозних волокон хлоридами відповідних металів з наступною карбонізацією в струмі інертного газу.

Вивчення термічних властивостей фенілону С-2 і вуглепластиків (ВП) на його основі, що проводилось на дериватографі Q-1500Д системи Ф. Паулік, Й. Паулік і Л. Ердей фірми MOM (Угорщина), показало, що природа металу – наномодифікатора, суттєво впливає на його термостійкість пластиків (рис. 1, табл. 1).

Результати термічних досліджень показали, що найменш термостійкими виявились композити, армовані 17% мас. % Cr-ВВ; суттєва деструкція даного композиту розпочиналась після 550 К, в той час як зразки композиту, армованого Cu-ВВ, починали підлягати деструкції лише після 620 К. Отже, Ме-ВВ за впливом на термостійкість ВП можна розташувати у ряд: Cr-ВВ < Cu-ВВ.

Таблиця 1

Термостійкість фенілону С-2 та вуглепластиків на його основі

Матеріал	Температура, К						
	T ₀	T ₅	T ₁₀	T ₁₅	T ₂₀	T ₂₅	T ₃₀
ФС-2	320	467	656	681	696	712	729
ФС-2 + 17% Cr-ВВ	301	460	595	625	659	682	699
ФС-2 + 17% Cu-ВВ	322	600	657	683	702	722	743

Примітка: T₀, T₅, T₁₀, T₁₅, T₂₀, T₂₅, T₃₀ – температури початку та 5, 10, 15, 20, 25 і 30 % втрати маси, К

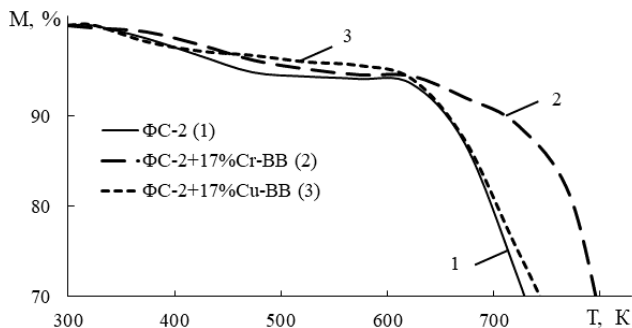


Рис. 1. Термогравіметричні криві фенілону С-2 і вуглепластиків на його основі, армованих метало-вмісними вуглецевими волокнами

Важливим методом дослідження полімерних композитів є визначення їх температурного коефіцієнта лінійного розширення (ТКЛР). Оскільки полімери мають великі значення ТКЛР у порівнянні з іншими твердими тілами, вивчення температурної залежності ТКЛР є особливо важливим як для виявлення і ідентифікації температурних переходів у полімерах так і для розрахунку допусків і посадок при експлуатації деталей виготовлених з полімерних композитів, що працюють у парі зі сталевими.

Значення ТКЛР та визначення температур склування фенілону С-2 і ВП на його основі розраховували за кривими «відносно подовження – температура», отриманих на дилатометрі ДКВ-5АМ. Експериментальні дослідження розроблених ВП показали, що їх ТКЛР значно нижчий, ніж у вихідного полі-меру. Імовірно, це обумовлено зменшенням вільного об'єму за рахунок хімічної взаємодії макромолекул аморфного фенілону С-2 з активованими нанодисперс-ними металами поверхнею вуглецевого волокна. Даний висновок підтверджу-ється тим, що температура склування ВП на 6–16 градусів вища, ніж у фені-лону С-2, а ТКЛР знижується на 10–60% в усьому дослідженому температур-ному інтервалі (табл. 2).

Таблиця 2

Температурний коефіцієнт лінійного розширення досліджених матеріалів ($\alpha \cdot 10^{-6}, K^{-1}$)

Температурний інтервал, К	Фенілон С-2	Фенілон С-2 + 17 мас. % Ме-ВВ	
		Cr	Cu
298–318	22,39	19,43	16,70
298–358	30,58	26,84	22,66
298–398	33,93	29,22	25,72
298–438	37,67	31,84	28,65
298–478	40,12	32,77	29,58
298–518	42,39	31,19	26,58
298–558	43,16	28,58	22,03

Фізико-механічні дослідження впливу природи волокнистого наповнювача на міцнісні показники вихідного полімеру свідчили про те, що позитивний ефект досягається при армуванні фенілону С-2 Cr-ВВ (рис. 2, 3) [2].

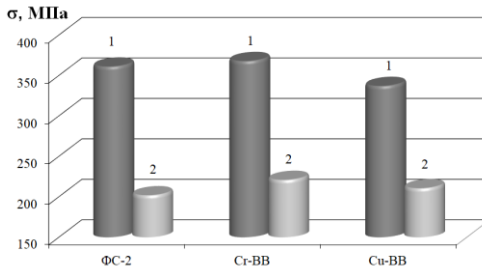


Рис. 2. Гістограма залежності межі міцності (1) та текучості (2) при стисканні від складу композиції

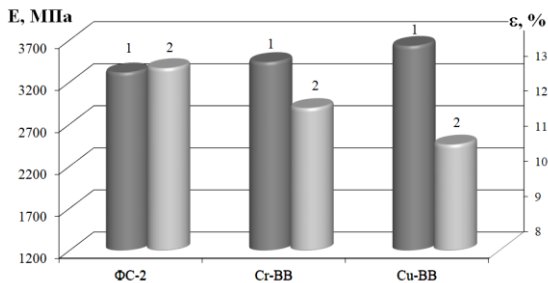


Рис. 3. Гістограма залежності модуля пружності (1) та відносної деформації (2) при стисканні від складу композиції

Дослідження процесів тертя та зношування ВП проводилось у режимі сухого тертя на дисковій машині тертя за схемою диск (сталь 45, HRC_э 50, Ra = 0,08) – зразок ВП (Ø 10 мм, висота 10 мм), шлях тертя становив 1000 м.

В результаті проведених трибологічних досліджень встановлено, що у до-слідженому інтервалі режимів експлуатації ВП мали антифрикційні властивості (табл. 3), а більш низькі значення коефіцієнта тертя і інтенсивності лінійного зношування були характерні для ВП, армованого Cu-BB.

Коефіцієнт тертя фенілону С-2 знаходився в межах 0,18–0,15 і мав більш високі значення у порівнянні з ВП, а інтенсивність лінійного зношування зростала від $6,5 \cdot 10^{-9}$ до $1,5 \cdot 10^{-8}$.

Таблиця 3

Матеріал	Питоме навантаження, МПа				
	0,2	0,35	0,5	0,65	0,8
Коефіцієнт тертя					
Фенілон С-2+17 мас. % Сг-BB	0,16	0,10	0,09	0,074	0,070
Фенілон С-2+17 мас. % Cu-BB	0,13	0,079	0,075	0,070	0,067
Інтенсивність лінійного зношування $I_n \cdot 10^{-9}$					
Фенілон С-2+17 мас. % Сг-BB	4,86	4,48	4,37	4,30	3,91
Фенілон С-2+17 мас. % Cu-BB	4,63	4,36	3,73	3,60	3,21

* Швидкість ковзання – 1,5 м/с

Таким чином, в результаті досліджень встановлено, що отримані ВП мають покращений комплекс експлуатаційних характеристик і їх можна реко-мендувати як матеріали конструкційного і антифрикційного призначення для роботи у вузлах тертя машин і механізмів.

Література:

1. Буря О.І., Сафонова А.М., Губачева Л.О. Структура та механічні властивості вуглепластиків на основі фенілону, армованих метало-вмісними вуглецевими волокнами. *Вісник Східноукраїнського націон. ун-ту*. 2013. № 9(1). С. 23–28.
2. Буря О.І., Рула І.В. Властивості вуглепластиків на основі фенілону С-2. *Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів: Матеріали І Всеукраїнської наукової конференції*. 10 квітня 2017 р. м. Дніпро: «Середняк Т.К.». 2017. С. 109–110.