

ЕКОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ПРИ ВИБОРІ ПОЛІМЕРНОЇ МАТРИЦІ ДЛЯ КОМПОЗИТНИХ ЕКРАНУЮЧИХ ПОКРИТТІВ

В. В. ЧЕРНИШ, О. О. БУТЕНКО

*Київський національний університет технологій та дизайну, вул. Мала Шияновська, 2,
Київ, 01011, butenko.oo@knutd.com.ua*

В даний час значна увага приділяється розробці та впровадженню полімерних композитів спеціального призначення на основі вуглецевих матеріалів та різних полімерних матриць. Тому актуальним є пошук нових рішень при виготовленні захисних композитних покриттів широкого вжитку.

Останнім часом існує величезна проблема – проблема електромагнітного захисту. Традиційно інженерно-технічні засоби захисту від електромагнітного випромінювання для екранування стін, перегородок і вікон виконуються із застосуванням металевих матеріалів [1]. Проте застосування таких матеріалів не завжди є зручним, тому що це призводить до збільшення маси конструкції, потребує додаткового спеціального обладнання, передбачає захист від корозії та значно збільшує вартість. Тому зручно застосовувати захисні покриття у вигляді фарби. Важливо, щоб такі покриття забезпечували надійну адгезію, не втрачали б своїх захисних властивостей і не впливали б на здоров'я людини в процесі експлуатації. Виробництво таких покриттів певною мірою розвинуто на сьогоднішній день [2]. Тому актуальною задачею є пошук нових рішень при виготовленні захисних композитних покриттів широкого вжитку. Основою таких композитів є полімерна матриця та електропровідні дисперсні складові, якими можуть виступати метали або електропровідні вуглецеві матеріали. Електропровідність композиту залежить від взаємодії між складовими системи. Досить сильна взаємодія між макромолекулами і частинками призведе до агрегації останніх, що значно ускладнює утворення електропровідної систем в композиті. Взаємодія між макромолекулами і частинками призводить до утворення ізолюваного шару навколо частинок, тому на практиці необхідно зменшити цю взаємодію. Ефективність такої взаємодії залежить від полярності

складових. Так як вуглецевий матеріал є малополярною речовиною, бажано обирати полімери, що мають більшу полярність.

Матеріали і методи досліджень

При широкому практичному застосуванні композитних екрануючих покриттів, отриманих по лакофарбовій технології, дуже важливо враховувати їх екологічну та пожежну безпеку. Особливу увагу слід звертати на полімерні зв'язувальні та їхні розчинники. Властивості деяких розчинників для полімерів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Властивості найбільш розповсюджених розчинників

Розчинник	ГДК, мг/м ³	Температура спалахування, °С	Температура кипіння, °С
Етанол	1000	12,2	78,3
Пропан-2-ол	980	17	82,4
Гексан	300	-23	68,4
Ацетон	200	6	56,1
Бензин	100	-	-
Толуол	50	-4,4	110,6
Чотирьоххлористий вуглець	20	-	76,7
Пропан-1-ол	10	24	97,4
Бензол	5	-11,0	80,1
Метанол	5	10	64,7

Як видно з таблиці розчинником з найменш токсичною дією на людський організм є етиловий спирт, його ГДК складає 1000 мг/м³, в той час як, наприклад, ГДК пропан-1-олу всього лише 5 мг/м³. До найбільш токсичних розчинників відносяться хлоровані і ароматичні вуглеводні, також використання багатьох розчинників обмежено через їх різкий і неприємний запах. Очевидно, що для широкого застосування екрануючих композитних покриттів найбільш прийнятні спирто- і водорозчинні полімери. Тому практичний інтерес у якості розчинника представляє саме етиловий спирт. В якості полімерної матриці слід виділити спирторозчинний полівінілбутираль (ПВБ), що володіє високими фізико-механічними властивостями. ПВБ – це синтетичний полімер, що утворюється в результаті взаємодії полівінілового спирту (ПВС) і масляного альдегіду. ПВБ характеризується гарними фізико-механічними властивостями, він еластичний, має високу ударну міцність та

зносостійкість, відмінні оптичні та плівкоутворюючі властивості, володіє високою адгезією до різних поверхонь, морозо- та світлостійкістю, стійкий до дії кисню та озону.

Також інтерес представляє спирторозчинна сіль карбоксиметилцелюлози (КМЦ). Серед водорозчинних полімерних матриць для експерименту було обрано порівняно дешеві та широкоживані полімери: полівініловий спирт (ПВС), натрієва сіль карбоксиметилцелюлози (NaКМЦ), а також полімерні емульсії: стирол-акрилова, поліуретанова (ПУ) та полівінілацетатна (ПВА), що мають широке практичне застосування в лакофарбових покриттях.

На основі обраного ряду полімерів по запатентованій технології [3] були виготовлені та досліджені зразки композитних матеріалів, що містять 60 % колоїдно-графітового препарату (КГП С-1), 20 % графітизованої сажі (PureBlack) та 20 % полімеру) (табл. 2).

Таблиця 2 – Характеристики композитних матеріалів із різними полімерними зв'язувальними

Зв'язувальне	Ефективність екранування, дБ	Електропровідність, См/м	Товщина, мкм	Щільність, г/см ³
ПВБ	-22,4	$5,22 \cdot 10^{-4}$	113	0,714
Сіль КМЦ (спирт.)	-19,2	$5,11 \cdot 10^{-4}$	83	0,613
NaКМЦ (водн.)	-9,9	$1,31 \cdot 10^{-4}$	84	0,339
ПВС	-14,7	$3,13 \cdot 10^{-4}$	137	0,426
ПВА	-10,5	$1,08 \cdot 10^{-4}$	126	0,287
ПУ	-6,3	$0,53 \cdot 10^{-4}$	161	0,429
Стирол-акрилова емульсія	-11,3	$1,67 \cdot 10^{-4}$	133	0,507

Результати та їх обговорення

Отримані результати вказують на те, що на властивості екрануючого покриття суттєво впливає не лише природа полімерного зв'язувального, але і природа його розчинника.

Як видно із таблиці 2 що спирторозчинні полімери є більш ефективними в якості полімерної матриці ніж водорозчинні полімери в захисних екрануючих покриттях.

Різну ефективність емульсій можна пояснити не лише природою полімеру, а і природою ПАРів, що застосовують для стабілізації цих емульсій. Також можна помітити, що більш високу щільність мають композити на спиртовій основі. Вірогідно, це пов'язано з тим, що вуглецеві часточки по різному взаємодіють зі спиртом та водою.

На рисунку 1 наведено результати мікроскопічних досліджень поверхневої структури композитів на основі спирто- та водорозчинних полімерних матриць.

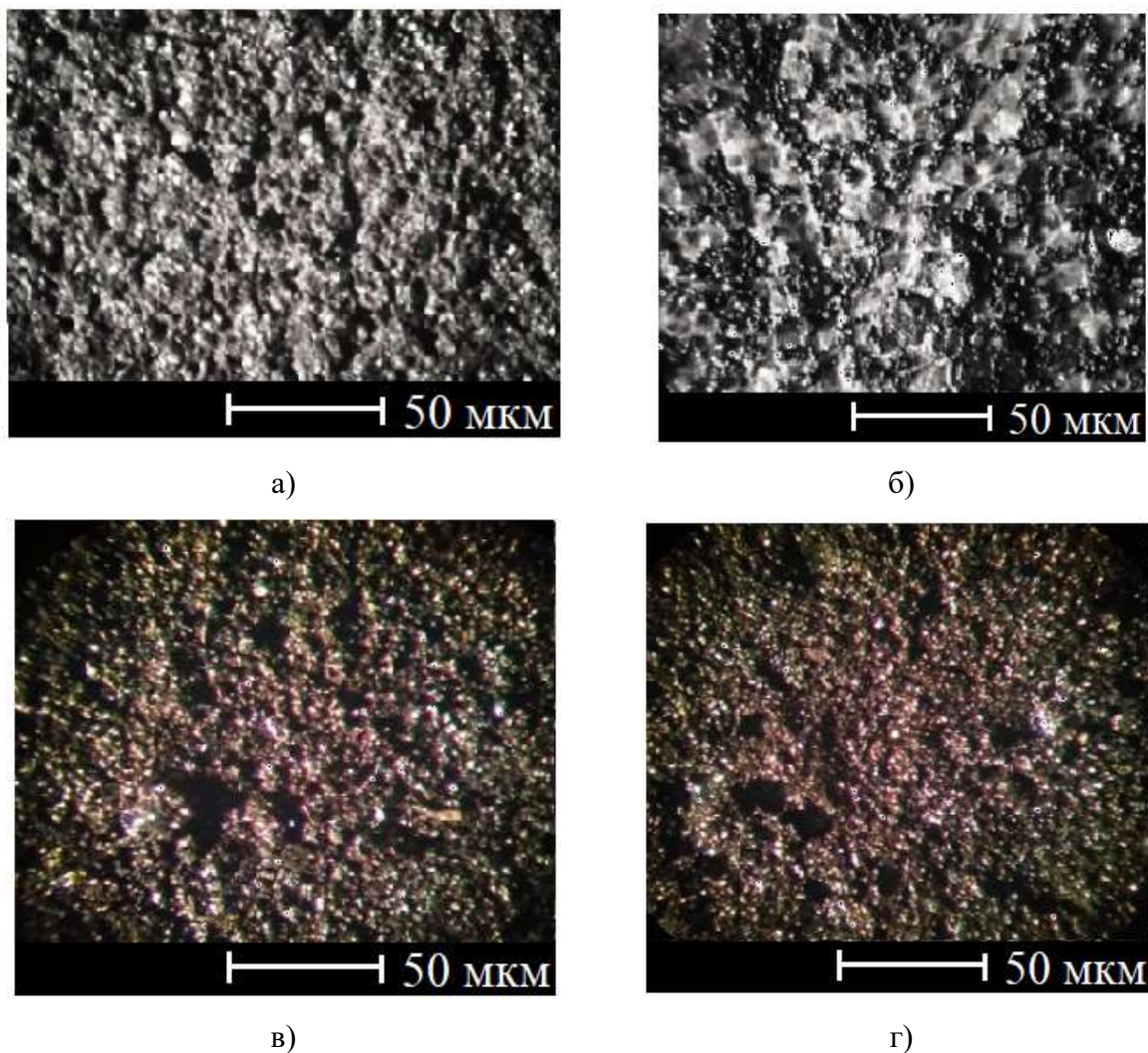


Рисунок 1 – Поверхня композитів на основі спирто- та водорозчинних полімерних матриць (а – ПВБ, б – ПУ, в – NaKMЦ, г – ПВА)

Поверхнева структура зразка на основі ПВБ дрібнодисперсна та містить невелику кількість сферичних часток, тріщин та пустот не виявлено. На поверхні зразків на основі водорозчинних полімерів є значна кількість блискучих сферичних часток, часточок КГП С-1 чітко не видно, зв'язувальне між часточками прозоре.

Висновки

При виготовленні композитних екрануючих покриттів необхідно враховувати особливості технології їх виготовлення. Наприклад, при високих концентраціях ПВС (до 10 – 12 %) його макромолекули у розчині мають форму сфери, заповнену водою, а при більш низьких - розвертаються та переплутуються. Очевидно, що від просторової форми макромолекул залежить взаємодія полімеру з адсорбатом. Характерним для водного розчину NaКМЦ є підвищена в'язкість в середовищі в слабо кислому чи нейтральному середовищі ($\text{pH} = 6 - 7$). Щодо спиртового розчину ПВБ, то за присутності в ньому незначної кількості води макромолекули звертаються в глобули, та відбувається їх ущільнення. Характерним є те, що зі зменшенням розмірів глобул зменшується і їх взаємодія з розчинником, що в свою чергу сприяє їх адсорбції на поверхні вуглеграфітових часточок.

Література

1. Панова О. В. Екранування електромагнітних полів для електромагнітної безпеки та електромагнітної сумісності обладнання. Управління розвитком складних систем: зб. наук. праць / гол. ред. П. П. Лізунов. Нац. ун-т буд-ва і архіт.; Київ : КНУБА, 2015. № 22. С. 207-213.
2. Afilipoaei C., Teodorescu-Draghicescu H. A. Review over electromagnetic shielding effectiveness of composite materials. *Proceedings*. 2020. Vol. 63 (1), 23. P. 1-9.
3. Композиція для формування композиційного матеріалу для захисту від електромагнітного випромінювання та спосіб одержання композиційного матеріалу на субстраті: пат. UA117949C2; Барсуков В.З., Сенік І.В., Хоменко В.Г.; опубл. 25.10.2018, Бюл. № 20.