

БРИГИНЕЦЬ Р. В.; СВИДЕРСЬКИЙ В. А., д.т.н., проф.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИКРЕМНІЙОРГАНІЧНИХ КОМПАУНДІВ

Досліджено фізико-механічні властивості епоксикремнійорганічних компаундів. Показано особливу поведінку поліметилфенілсилоксанів під час формування структури епоксикремнійорганічних компаундів.

Ключові слова: епоксикремнійорганічні компаунди, поліорганосилоксани, водопоглинання, мікротвердість, міцність.

© Бригинець Р. В., Свідерський В. А., 2013.

Постановка проблеми та аналіз попередніх досліджень. Широке використання кремнійорганічних сполук як зв'язних речовин для виробництва лакофарбових матеріалів різного призначення зумовлено низкою їх позитивних властивостей. До них слід віднести високу гідрофобність, термічну і хімічну стійкість, можливість суміщення з органічними та неорганічними сполуками, отже здатність до цільового модифікування. Разом із цим, кремнійорганічні покриття мають незадовільні фізико-механічні властивості. Тому їх модифікують органічними сполуками, зокрема епоксидними смолами [1]. Властиві останнім високі механічна міцність (до 80 МПа) і твердість позитивно впливають на властивості компаундів. Попри це, в літературі недостатньо даних щодо оптимальних співвідношень компонентів у таких компаундах, їхнього впливу на властивості одержуваних матеріалів.

Метою статті є встановлення впливу складу сумішей епоксидів (смола ЕД-20) і поліорганосилоксанів різної структури (поліметил-, поліфеніл- і поліметилфенілсилоксанів) на їх фізико-механічні властивості.

Виклад основного матеріалу. Об'єктом досліджень були поліорганосилоксани, епоксидна смола ЕД-20 ГОСТ 10507-84 і компаунди на їх основі (табл. 1 і 2). Зразки готували шляхом механічного змішування із додаванням 10 % поліетиленполіаміну (тривалість твердіння – 2...3 год. за температури 60 °С) і випробували за відомими методиками [2].

Таблиця 1 – Склад поліорганосилоксанів

Продукт	Склад структурної одиниці	Відношення R/S	Елементний склад, % ваг.		
			C	H	Si
Поліметилсилоксан	$[\text{CH}_3\text{SiO}_{1,5}]_n$	1,0	17,3	4,9	39,6
Поліфенілсилоксан	$[\text{C}_6\text{H}_5\text{SiO}_{1,5}]_n$	1,0	56,4	6,6	13,3
Поліметилфенілсилоксан II	$\{[\text{C}_6\text{H}_5\text{SiO}_{1,5}][(\text{CH}_3)_2\text{SiO}]_{0,5}[(\text{CH}_3)(\text{C}_6\text{H}_5)\text{SiO}]_{0,5}\}_n$	1,5	47,7	5,1	24,8
Поліметилфенілсилоксан I	$\{[\text{C}_6\text{H}_5\text{SiO}_{1,5}][(\text{CH}_3)_2\text{SiO}]_{0,7}\}_n$	1,5	47,1	5,5	26,7

Таблиця 2 – Основні властивості кремнійорганічних лаків

Продукт	Масова частка нелетких, %	В'язкість (20 °С), с
Поліметилсилоксан	58...62	20...30
Поліфенілсилоксан	15...17	12...17
Поліметилфенілсилоксан II	30...34	16...17
Поліметилфенілсилоксан I	49...51	17...27

Установлено, що кут скочування для ЕД-20 становить 90° проти 38° для ПМС, 48° для ПФС і 34...42° для ПМФС. Крайовий кут змочування у ЕД-20, навпаки, становить лише 59° порівняно з 93...95° у поліорганосилоксанів (табл. 3). Це є доказом високої гідрофільності епоксидних матеріалів. Водночас, мікротвердість останніх в 3,6...5,4 раза вища порівняно з кремнійорганічними матеріалами. Мінімальні показники зафіксовано у ПМФС II (33,8 МПа). Поліметил- і поліфенілсилоксановий матеріали твердіші в півтора раза, ПМФС I займає проміжне положення.

Уведення епоксидної смоли до складу поліорганосилоксанів в кількості 18...23 % супроводжується монотонною зміною згаданих показників. Для кута змочування максимальний ефект досягається для ПМК. За вмісту ЕД-20 23,1 % він становить 41° проти 38° у вихідного силоксану. Перехід до поліфенілсилоксану, який характеризується збільшенням вуглеводного радикалу, супроводжується зростанням різниці кутів змочування з 48 до 68° (за вмісту ЕД-20 18,4 %). У цілому, збільшення вмісту ЕД-20 у композиціях збільшує змочуваність поверхні.

Таблиця 3 – Вплив епоксидної смоли на властивості поліорганосилоксанових покриттів

Поліорганосилоксан	Вміст ЕД-20, %	Кути, °		Мікротвердість, МПа
		скочування	змочування	

Поліметилсилоксан (ПМС)	100	90	59	182,4
	0	38	93	51,0
	4,8	38	92	45,1
	9,1	38	91	45,1
	13,0	39	91	71,5
	16,7	39	90	79,4
Поліфенілсилоксан (ПФС)	23,1	41	85	102,0
	0	48	93	51,0
	2,4	55	88	60,8
	4,8	60	87	66,7
	9,1	63	86	102,0
	13,0	66	75	107,9
Поліметилфенілсилоксан I (ПМФС I)	18,4	68	73	111,8
	0	42	95	45,6
	2,4	43	93	47,1
	4,8	44	92	49,0
	9,1	46	91	50,0
	13,0	48	90	53,0
Поліметилфенілсилоксан II (ПМФС II)	18,4	53	87	57,8
	0	34	94	33,8
	4,8	65	93	36,3
	9,1	66	91	37,3
	16,7	67	80	41,2
	23,1	68	76	47,1

Різниця в кутах скочування для ПМФС I становить 11° , ПМФС II – 34° (за вмісту ЕД-20 18,4 і 23,1 % відповідно). Додавання ЕД впливає на змочуваність різних компаундів так: ПМС < ПМФС I < ПФС < ПМФС II. Максимальна мікротвердість спостерігається для ПФС (111,8 МПа) і ПМС (102,0 МПа) за вмісту ЕД-20 23,1 %, тоді як компаунди на основі поліметилфенілсилоксанів характеризуються мінімальною мікротвердістю при відносно високому рівні гідрофобності їх поверхонь.

Неоднозначний вплив вмісту ЕД виявляється під час досліджень міцності на удар (рис. 2). Детальніший аналіз на прикладі поліметилфенілсилоксану I засвідчив його позитивний вплив у концентраціях до 5...7 % (рис. 3). Подальше зростання вмісту супроводжується зменшенням міцності на стиск і згин.

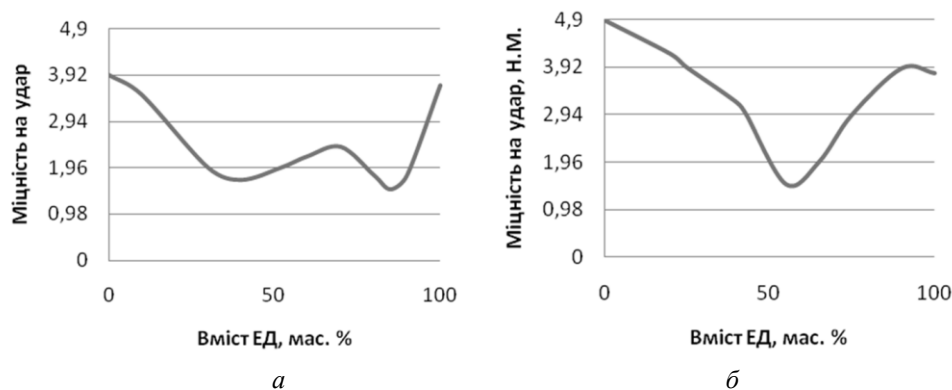


Рис. 2 – Механічна міцність на удар компаундів поліметилфенілсилоксану I (а) і II (б)

Під час занурення у воду епоксикремнійорганічні компаунди ведуть себе по-різному. Зокрема, на кривих залежності водопоглинання від концентрації ЕД-20 наявні екстремуми: для ПМФС II – два (~45 і 80 %), для ПМФС I – один (~ 80 %) (рис. 4).

Для композицій з ПМФС I водопоглинання становить 2,0...2,5 %, тоді як для ПМФС цей показник змінюється в діапазоні 0,8...3,2 %. Зміни відбуваються за вмісту ЕД-20 до 45 %. Це дає підстави стверджувати, що композиції з ПМФС I є менш чутливими до дії води.

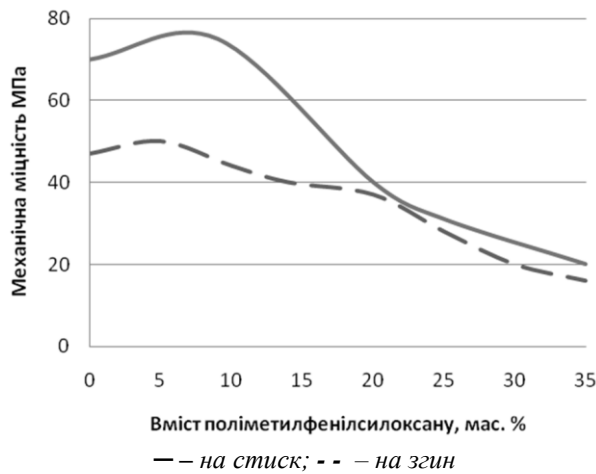


Рис. 3 – Механічна міцність композитів поліметилфенілсилоксану

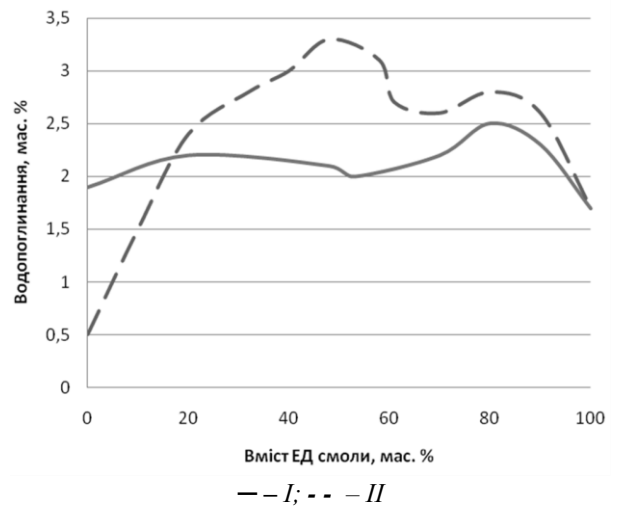


Рис. 4 – Водопоглинання композитів поліметилфенілсилоксану

Висновок. На фізичні та механічні властивості епоксикремнійорганічних композитів, зокрема змочуваність, мікротвердість, механічну міцність, визначальним чином впливають вміст епоксидної смоли, склад і структура поліорганосилоксанів.

Список використаної літератури

1. Брок Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке. – М. : Пэйнт Медиа, 2004. – 548 с.
2. Карякина М. И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М. И. Карякина. – М. : Химия, 1988. – 252 с.

Надійшла до редакції 01.05.2013.