

УДК 621.313.5

БРИГИНЕЦЬ Р. В.; СВДЕРСЬКИЙ 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 рази вища порівняно з кремнійорганічними матеріалами. Мінімальні показники зафіксовано у ПМФС II (33,8 МПа). Поліметил- і поліфенілсилоксановий матеріали твердіші в півтора рази, ПМФЦ 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 силосану. Перехід до поліфенілсилосану, який характеризується збільшенням вуглеводневого 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 поліорганосилосанових покриттів

Поліорганосилосан	Вміст ЕД-20, %	Кути, °		Мікротвердість, МПа
		скочування	змочування	
Поліметилсилосан (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
23,1	41	85	102,0	
Поліфенілсилосан (ПФС)	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
18,4	68	73	111,8	
Поліметилфенілсилосан I (ПМФС I)	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
18,4	53	87	57,8	
Поліметилфенілсилосан II (ПМФС II)	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 поліметилфенілсилосанів 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 поліметилфенілсилосану I засвідчив його позитивний вплив у концентраціях до 5...7 % (рис. 3). Подальше зростання вмісту супроводжується зменшенням міцності на стиск і згин.

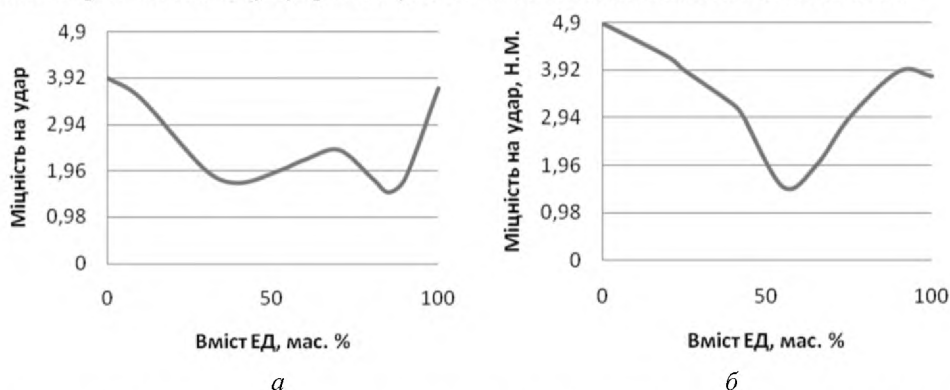


Рис. 2 – Механічна міцність на удар компаундів поліметилфенілсилосану I (а) і II (б)

Під час занурення у воду епоксикремнійорганічні компаунди ведуть себе по-різному. Зокрема, на критичних 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.

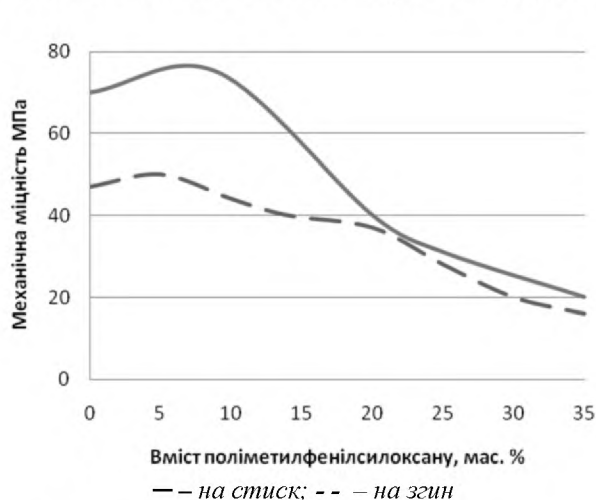


Рис. 3 – Механічна міцність компаундів поліметилфенілсилоксану

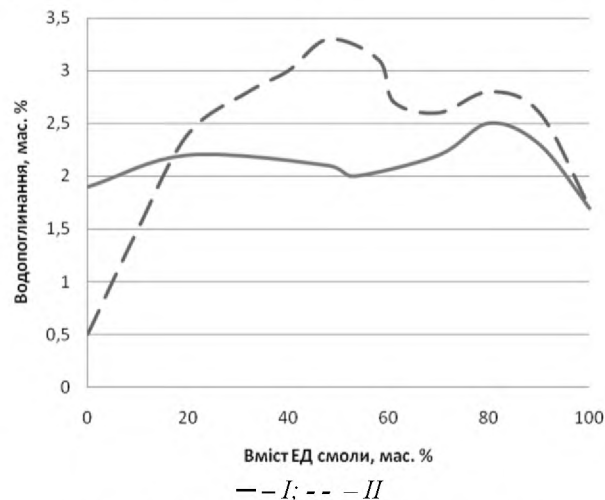


Рис. 4 – Водопоглинання компаундів поліметилфенілсилоксану

Висновок. На фізичні та механічні властивості епоксикремнійорганічних компаундів, зокрема змочувальність, 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.

Bryhynets R. V., Sviderskyi V. A.

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF EPOXIDE-ORGANIC SILICON COMPOUNDS

We study the physical and mechanical properties of epoxide-organic silicon compounds. The use of organosilicon compounds as agents for the production of cohesive coatings of different functional purposes conditionally complex of positive properties, namely high hydrophobic thermal and chemical stability, ability to combining with organic and inorganic compounds and consequently the ability to target modification. The disadvantages of organosilicon compounds are their low mechanical properties, adhesion, elasticity, and other. Therefore, to improve the silicone coating and the extension of how the application material was affected in an attempt to combine them with organic compounds this can reduce the above drawbacks. In this article, the focus of research is the polyorganosiloxane, epoxy resin ED-20 and compounds thereof. Quantifying the wettability formed on the solid surfaces of the contact angle values on the point of the phase angle and roll over the surface of a liquid droplet θ , which is a dynamic characteristic. The method of its determination to evaluate the wettability of a static state is determined. Wetting liquid is distilled water. Determination of water and physical-mechanical properties of the epoxide-organic silicon compounds (micro-hardness, impact strength, mechanical strength squeezing and bending) was carried out according to procedures adopted for paints and varnishes. Analysis of the data source, and an epoxy silicone material showed the presence of significant difference in the values of roll angles and edge wetting and micro-hardness based materials. With the full contact with water the epoxide-organic silicon compounds have two extremes in the

curve of water absorption on the concentration of ED-20 for PMPS II and one for the PMPS I. The article also studies the characteristics of interaction processes of the epoxide-organic silicon compounds of different composition with water in the dynamic and static conditions and when it is fully immersed in different concentration of ED-20, type and concentration of the polyorganic siloxane. It has been found that the compositions of the PMPS II less sensitive to water. A more detailed analysis of changes in the mechanical strength of the example polymethylphenylsiloxane compounds II showed the presence of the positive impact of the latter at concentrations that do not exceed 7.5 wt.%. The subsequent increase of its content is accompanied by a significant decline in strength and flexural clenching and after 20 wt.% These indicators are practically the same. The show features polymethylphenylsiloxanes behavior in the processes of structure formation of the epoxide-organic silicon compounds. The dependence of the physical and mechanical properties of the epoxide-organic silicon compounds (micro-hardness, impact strength, mechanical strength and compression of bending) in a wide range of concentrations of ED. The presence of areas of extreme changes in physical and mechanical properties of the compounds and found their concentration ranges.

Keywords: epoxide-organic silicon compounds, polyorganosiloxane, water absorption, microhardness, strength.

References

1. Brok T. Evropeiskoe rukovodstvo po lakokrasochnym materyalam y pokrytyam [European guidance for paints and coatings] / T. Brok. – Moscow : Paint Media, 2004. – 548 p.
2. Kariakyna M. Y. Yspytanye lakokrasochnykh materyalov y pokrytyi [Testing of paints and coatings] / M. Y. Kariakyna. – Moscow : Khymia, 1988. – 252 p.

УДК 678.057

САХАРОВ О. С., д.т.н., проф.; СІВЕЦЬКИЙ В. І., к.т.н., проф.; СОКОЛЬСЬКИЙ О. Л., к.т.н., доц.;
КУШНІР М. С., асп.; КОВАЛЕНКО К. Г., асп.; РОСЛОВ О. В., магістрант
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ЗМІШУВАННЯ РОЗПЛАВІВ ТЕРМОПЛАСТІВ У ЧЕРВ'ЯЧНОМУ ЕКСТРУДЕРІ

Здійснено чисельне моделювання змішування в черв'ячному каналі екструдера та динамічного змішувача бар'єрного типу. Наведено результати моделювання, що дозволяють дослідити динаміку зміни температур під час течії полімерів у змішувальних елементах та вибирати оптимальні параметри змішувальних елементів та/чи технологічні режими змішування.

Ключові слова: динамічний змішувач, моделювання, гомогенізація, змішування.

© Сахаров О. С., Сівецький В. І., Сокольський О. Л., Кушнір М. С., Коваленко К. Г., Рослов О. В., 2013.

Постановка проблеми. Процеси змішування мають важливе значення в переробці полімерних матеріалів, оскільки якість змішування безпосередньо визначає якість виробу [1]. Для науково обґрунтованого конструктивного оформлення екструзійно-змішувального устаткування важливо знати основні закономірності змішування, що відбуваються в різних конструктивних зонах.

Аналіз попередніх досліджень. Якість змішування оцінюють за такими інтегральними показниками, як накопичена деформація, тривалість перебування, напруження зсуву [1-4]. Ці показники не завжди дозволяють отримати повне уявлення про змішування. Невирішеною частиною наукової проблеми прогнозування змішувальної ефективності устаткування є складність її кількісної оцінки [3]. Як критерій якості змішування іноді вибирають концентрацію диспергованого матеріалу в дисперсійному середовищі [4]. У разі введення компонентів композиції з різними температурами таким критерієм може бути рівномірність температурного поля.

Метою статті є вивчення динаміки та якості змішування полімерних композицій у черв'ячному екструдері, оснащеному динамічним змішувачем бар'єрного типу.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо змішування в черв'ячному каналі шнека в зоні дозування та динамічному змішувачі бар'єрного типу за трьох варіантів введення диспергованого матеріалу в дисперсійне середовище. Як критерій ефективності змішування оберемо зміну концентрації диспергованого матеріалу в дисперсійному середовищі та зміну температури суміші під час проходження зон гомогенізації в черв'ячному каналі та змішувачі в різних перерізах робочих каналів.