

**ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

На правах рукопису

Черкашина Ганна Миколаївна

**РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ
ПРОЦЕСІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ
СТРУКТУРУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ
КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ
ДЛЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

05.17.06 – технологія одержання та переробки полімерних
та композиційних матеріалів

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



Харків – 1997



00752515 (P)

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Харківському державному політехнічному університеті (м.Харків).

Наукові керівники:

кандидат технічних наук, професор
АВРАМЕНКО Вячеслав Леонідович

кандидат технічних наук, доцент
ШТУРМАН Олександр Абрамович

Офіційні опоненти:

доктор хімічних наук, професор
БЕЗУГЛИЙ Василь Данилович

кандидат технічних наук
ДАНИЛЮК Олег Аполінарівич

ПРОВІДНА ОРГАНІЗАЦІЯ: Інститут хімії високомолекулярних сполук (ІХВС) НАН України

Захист відбудеться 19 червня 1997 р. о 11⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 02.09.09 у Харківському державному політехнічному університеті (310002, м. Харків, МСП, вул. Фрунзе, 21).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського державного політехнічного університету.

Автореферат розісланий 17.05 1997 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

ЯКИМЕНКО Г.Я.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ

Розвиток електроніки та електронної техніки, створення таких нових галузей науки та техніки, як: космонавтика, радіоастрономія, радіоспектроскопія, кібернетика, біоелектроніка, медична електроніка та ін. ставить перед спеціалістами, які займаються розробкою та використанням полімерних композиційних матеріалів (ПКМ), ряд складних задач.

Однією з найважливіших задач у цьому напрямку є герметизація радіоелементів за допомогою ПКМ.

Герметизація передбачає створення надійної газо- та водонепроникної оболонки навколо елементів радіоелектронної апаратури (РЕА).

У сучасній радіоелектронній промисловості все більш широке використання набуває спеціальна технологія обробки деталей, вузлів та блоків; вони покриваються зовні (або просочуються) шаром твердіючого ПКМ, який має малу вологопроникність і забезпечує надійну герметизацію деталі від навколишнього середовища. Таким чином, деталь захищається від вологи, хімічно агресивних середовищ, пліснявих мікроорганізмів та ін. факторів.

Герметизація радіоелементів за допомогою ПКМ забезпечує виконання наступних умов: підвищення надійності в експлуатації, механічної міцності конструкції (захист від ударів, вібрацій), забезпечення незмінності властивостей при зберіганні, створення додаткової електроізоляції, зменшення у ряді випадків габаритних розмірів та маси виробів, спрощення конструкції, зручне розпізнавання елементів (за кольором), спрощення технологічного процесу виробництва.

Проблема герметизації пов'язана з рядом дуже складних питань і потребує глибоких наукових досліджень, як в галузі розробки нових ПКМ для герметизації, так і у галузі інтенсифікації структурування (полімеризації). Саме тому дисертаційна робота, присвячена цим дослідженням, являється актуальною, що з одного боку дозволяє отримувати нові дані про засоби прискореного структурування ПКМ у

полі СВЧ, а з другого боку дозволяє отримувати ПКМ з підвищеним комплексом властивостей, що регулюються.

У поданій дисертації розроблено та досліджено прискорений метод структурування (полімеризації) ПКМ холодного твердіння з використанням електричного поля струмів високої частоти (СВЧ), а також встановлені основні закономірності прискореного структурування (полімеризації) ПКМ та їх вплив на комплекс міцносних, технологічних та експлуатаційних властивостей заливочних герметизуючих компаундів та покриттів.

Робота виконувалась у відповідності з координаційними планами науково-дослідних та дослідно-промислових робіт АН УРСР з проблеми «Епоксидні смоли та полімерні матеріали на їх основі» на 1986-90 р.

Робота виконана на кафедрі технології пластичних мас Харківського державного політехнічного університету.

МЕТА РОБОТИ

Розробка та дослідження процесів інтенсифікації структурування ПКМ на основі епоксидних та акрилових олігомерів у полі СВЧ, які використовуються у приладобудуванні, радіоелектронній промисловості для герметизації виробів та вузлів РЕА, їх вологозахисту з поліпшеним та стабільним комплексом міцносних, технологічних та експлуатаційних властивостей.

НАУКОВА НОВИЗНА РОБОТИ

Розроблені і досліджені теоретичні основи процесів структурування та полімеризації епоксидних та акрилових ПКМ у електромагнітному полі СВЧ, які дозволяють забезпечити стабільний комплекс міцносних, технологічних та експлуатаційних властивостей ПКМ.

Підвищено міцносні, поліпшено експлуатаційні та релаксаційні властивості і структурні параметри ПКМ за рахунок забезпечення більш глибокого протікання процесів структурування (полімеризації) герметизуючих ПКМ.

Вперше проведено дослідження впливу режимів структурування та поведінки герметизуючих ПКМ на основі епоксидних та акрилових полімерів в умовах експлуатації на протязі тривалого часу (1 рік).

Розроблено і досліджено технологію прискореного твердіння олігомерних та полімер-мономерних композицій у полі СВЧ.

Розроблена полімер-мономерна композиція з домішками, які дозволяють при твердінні у полі СВЧ отримати вироби з частково зпитих полімерів. Розроблена спеціальна полімер-мономерна композиція з підвищеною полярністю, яка забезпечує поліпшення фізико-механічних властивостей при твердінні у полі СВЧ.

Виявлена можливість виготовлення деталей із заливочних композицій, при твердінні їх у полі СВЧ, з більш високими фізико-механічними властивостями, ніж у деталей, які виготовляються традиційним методом.

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ ТА АПРОБАЦІЯ РОБОТИ

Розроблений технологічний процес інтенсифікації структурування герметизуючих матеріалів на основі епоксидних та акрилових полімерів дозволяє вирішити питання автоматизації та комплексної механізації процесу виготовлення виробів РЕА в умовах серійного виробництва, підвищити їх міцність та тривалість. Результати роботи успішно випробувані в дослідно-промислових умовах для виготовлення виробів радіо- та електротехнічної промисловості.

Основні результати роботи докладено на науково-технічних семінарах та конференціях: «Эпоксидные смолы и их применение» (м.Москва, 1985 р.); «Ускорение научно-технического прогресса в переработке и применении полимерных материалов» (м.Москва, МІТХТ, 1986 р.); «Композиционные полимерные материалы - свойства, производство, применение» (м. Москва, НВО «Пластмассы», 1987 р.); «Герметизация радиоэлектронной и электротехнической аппаратуры полимерными материалами» (м.Ленінград, 1989 р.); «Прогрессивные технологические процессы, форма организации производства и их

внедрение в условиях рыночной экономики» (м. Харків, 1991 р.); «Компьютер: техника, технология, здоровье» (м. Харків, 1993 р.); 2 Московська міжнародна конференція з композитів (м. Москва, 1994 р.); «Компьютер: наука, техника, технология, образование, здоровье» (м. Харків, 1996 р.); «Micro CAD-97-Харьков» (м. Харків, 1997 р.).

ПУБЛІКАЦІЇ

Основний зміст роботи опублікований у 27 статтях і тезах доповідей на міжнародних та республіканських конференціях.

На нові розробки одержано 2 авторських свідоцтва на винаходи.

СТРУКТУРА І ОБ'ЄМ РОБОТИ

Робота складається з вступу, який включає загальну її характеристику; огляду науково-технічної та патентної літератури; двох розділів; висновків та додатків; використаних джерел 225. Матеріал викладений на сторінках машинописного тексту, який включає 56 рисунків та 52 таблиць.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтована актуальність роботи, викладена її мета та задачі, наведено дані про наукову новизну і практичну цінність, узагальнено результати апробації роботи і приведено загальну характеристику роботи.

У першому розділі наведено аналіз науково-технічної літератури та патентно-інформаційних джерел з питання методів інтенсифікації процесів структурування ПКМ на основі епоксидних та акрилових компаундів. Відображено позитивні якості існуючих методів структурування, а також відмічені їх недоліки. Особлива увага приділяється використанню СВЧ як підготовчої операції та різним варіантам його застосування в технологічних процесах. Викладено теоретичні основи високочастотного впливу на ПКМ.

Виходячи з аналізу науково-технічної та патентної літератури, а також сучасних вимог до ПКМ, що використовуються в радіоелектронній та інших галузях промисловості, сформульовані мета та задачі роботи.

В другому розділі описано об'єкти та методи досліджень.

Об'єкти досліджень: епоксидний олігомер ЕД-20 (ГОСТ 10587-93); акрилова пластмаса АСТ-Т (ТУ 64-2-226-83); твердниками епоксидного зв'язуючого були поліетиленполіамін /ЛЕПА/ (ТУ 6-02-594-85) та діціанетилдіетилентриамін марки УП-0633 (ТУ 6-05-1863-78); пластифікатор дібутилфталат /ДБФ/ (ГОСТ 8728-88); модифікуючий агент олігоєфіракрилат МГФ-9 (ТУ 6-01-450-86); наповнювачі - оксид алюмінію (МРТУ 6-09-2046-75), дісульфід молібдену (ТУ 48-19-133-75) і тальк (ТУ 2-036-707-77).

Тверднення досліджених ПКМ здійснювалось на високочастотній установці ВЧД 2/2,5-81 (ТУ 16-530.205-77). При високочастотному способі зразки з ПКМ структурували за оптимальними режимами, які визначили в результаті оптимізації отриманої математичної моделі за допомогою стандартної програми на ЕОМ.

Дослідження впливу методів структурування на комплекс міцносних, технологічних та експлуатаційних властивостей ПКМ визначали за допомогою стандартних та оригінальних методик.

Деформаційно-міцносні, адгезійні та діелектричні властивості, а також температуру розм'якшення по Віка, водопоглинання та динамічні механічні характеристики визначали за стандартними методиками. Визначення крайового куту змочування використаних рідин проводили методом «лежачої краплі». Вивчення процесів дифузії низькомолекулярних рідин в ПКМ здійснювали гравіметричним методом. Для оцінки впливу методу структурування зв'язуючих на властивості ПКМ застосовували диференційно-термічний аналіз (ДТА), інфрачервону (ІЧ) та ультрафіолетову (УФ) спектроскопії, тензометричний аналіз, електронну мікроскопію та хімічні методи аналізу. Проведення досліджень здійснено за кількістю дослідів, що забезпечила вірогідність 0,95.

У третьому розділі наведено результати розробки та дослідження впливу електромагнітного поля СВЧ на структуру епоксидних, акрилових та епоксиакрилових ПКМ. На базі розроблених математичних моделей процесів структурування ПКМ вибрано оптимальні режими структурування, основні параметри яких наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Оптимальні параметри режимів формування ПКМ

Найменування параметрів	Значення параметрів для компаунда				
	1	2	3	4	5
Частота струму, f , МГц	80	80	80	80	80
Напруженість електричного поля, E , 10^5 В/м	2,0	1,8	2,2	1,5	1,8
Час впливу, τ , с	100	120	90	120	160
Температура нагріву компаунда, T , °С	120	100	140	70	80

Примітка. Склад компаундів: 1 – ЕД-20 + ПЕПА + ДБФ + Al_2O_3 ; 2 – ЕД-20 + ПЕПА + МГФ-9 + тальк; 3 – ЕД-20 + УП-0633 + MoS_2 ; 4 – АСТ-Г + Al_2O_3 ; 5 – КЕ-6 + Al_2O_3

Встановлено, що існує кореляційна залежність між здатністю до змочування і міцністю адгезійного зв'язку на межі поділу ПКМ-метал. Експериментально підтверджено, що на величину енергетичних параметрів змочування суттєво впливає метод структурування ПКМ (табл.2). Термодинамічна робота адгезії, яка характеризує здатність формування термодинамічно-стійких адгезійних контактів між ПКМ та субстратом при структуруванні у полі СВЧ має більш високі значення у порівнянні з конвекційним методом.

Таблиця 2. Енергетичні параметри змочування ПКМ

Параметри змочування	Склад ПКМ		
	ЕД-20+ПЕПА+ ДБФ+ Al ₂ O ₃	ЕД-20+ПЕПА+ МГФ-9+талък	ЕД-20+УП-0633+ MoS ₂
Крайовий кут змочування, θ , град.	60,4/ 51,3	55,5/ 51,5	51,7/ 58,8
Робота адгезії, 10^3 Н/м	108,4/117,6	113,4/117,4	117,3/109,8
Енергія змочування, 10^3 Н/м	36,4/ 45,2	41,0/ 45,0	44,9/ 37,4
Коефіцієнт розтікання за Гаркінсом, 10^3 Н/м	-36,4/-26,1	-31,4/-27,4	-27,5/-35,0

Примітка. Чисельник - твердіння конвекційним методом; знаменник - твердіння у полі СВЧ.

Структурування у полі СВЧ призводить до формування ПКМ з високим комплексом фізико-механічних, адгезійних та експлуатаційних властивостей (табл.3). Встановлено, що електромагнітне поле СВЧ в рівній мірі впливає на властивості досліджених ПКМ і практично відсутня кореляційна залежність між хімічною природою зв'язуючого та рівнем властивостей компаундів. Це обумовлено схожістю розподілу електронної густини епоксидних та акрилових полімерів.

Методами ІЧС та хімічного аналізу встановлено, що структурування у полі СВЧ сприяє підвищенню ступеня конверсії реакційноздатних груп (епоксидні ПКМ) та подвійних зв'язків (акрилові компаунди). Наприклад, при оптимальному режимі впливу ступінь конверсії епоксидних груп в ПКМ при структуруванні методом конвекційного нагріву складає 88,9 %, а під впливом СВЧ – 98,3 %.

Таблиця 3. Властивості ПКМ, структурованих різними методами

Композиція	a , кДж/м ²	σ_b МПа	$\sigma_{ст}$ МПа	Hв МПа	T, °C	Wв, %	Ao, МПа
ЕД-20 + ПЕПА + ДБФ + Al ₂ O ₃	<u>6</u> 11	<u>66,9</u> 94,8	<u>89,9</u> 86,2	<u>153</u> 170	<u>90</u> 95	<u>0,12</u> 0,08	<u>16,8</u> 20,6
ЕД-20 + ПЕПА + МГФ-9 + тальк	<u>13,6</u> 17,2	<u>65,6</u> 78,3	<u>96,1</u> 107,4	<u>147</u> 176	<u>98</u> 103	<u>0,15</u> 0,09	<u>18,5</u> 22,7
ЕД-20 + УП-0633 + MoS ₂	<u>12</u> 17	<u>78,7</u> 117,1	<u>79,3</u> 84,3	<u>143</u> 165	<u>98</u> 100	<u>0,12</u> 0,07	<u>18,5</u> 21,3
АСТ-Т + Al ₂ O ₃	<u>5,6</u> 7,8	<u>50,0</u> 57,5	<u>80,0</u> 93,0	<u>125</u> 138	<u>80</u> 86	<u>0,16</u> 0,11	<u>16,5</u> 17,4
КЕ-6 + Al ₂ O ₃	<u>7,6</u> 9,6	<u>56,2</u> 60,1	<u>109,0</u> 121,5	<u>142</u> 151	<u>102</u> 107	<u>0,06</u> 0,02	<u>23,5</u> 25,2

Примітка. 1. Чисельник – твердіння конвекційним методом; знаменник – твердіння у полі СВЧ. 2. a – ударна в'язкість; σ_b – руйнуюче напруження при вигині; $\sigma_{ст}$ – руйнуюче напруження при стисненні; Hв – твердість за Віккерсом; T – температура розм'якшення за Віка; Wв – водопоглинання за 24 год; Ao – адгезійна міцність при рівномірному відриві.

Методом вільних крутильних коливань досліджено вплив методів структурування на характер релаксацийних процесів в епоксидних, акрилових та епоксиакрилових ПКМ. Показано, що структурування у полі СВЧ суттєво впливає на значення параметрів (тангенс динамічних втрат, динамічний модуль, модуль високоеластичності, температура склування та ін.), що характеризують структурну організацію та характер релаксацийних процесів в досліджених епоксидних ПКМ (рис.).

Вплив дії СВЧ на досліджені параметри у акрилових та епоксиакрилових ПКМ має аналогічний характер. Показано, що підвищення модулю пружності та температури склування для ПКМ,

структурованих у полі СВЧ обумовлено зростанням густини просторової сітки, а також перешкодою вилучення сусідніх ланцюгів макромолекул один від одного і, тим самим, підвищення рівня міжмолекулярної взаємодії макромолекул. Це також підтверджується даними електронномікроскопічних досліджень: в компаундах, структурованих під впливом СВЧ має місце формування більш однорідної бездефектної поверхневої структури.

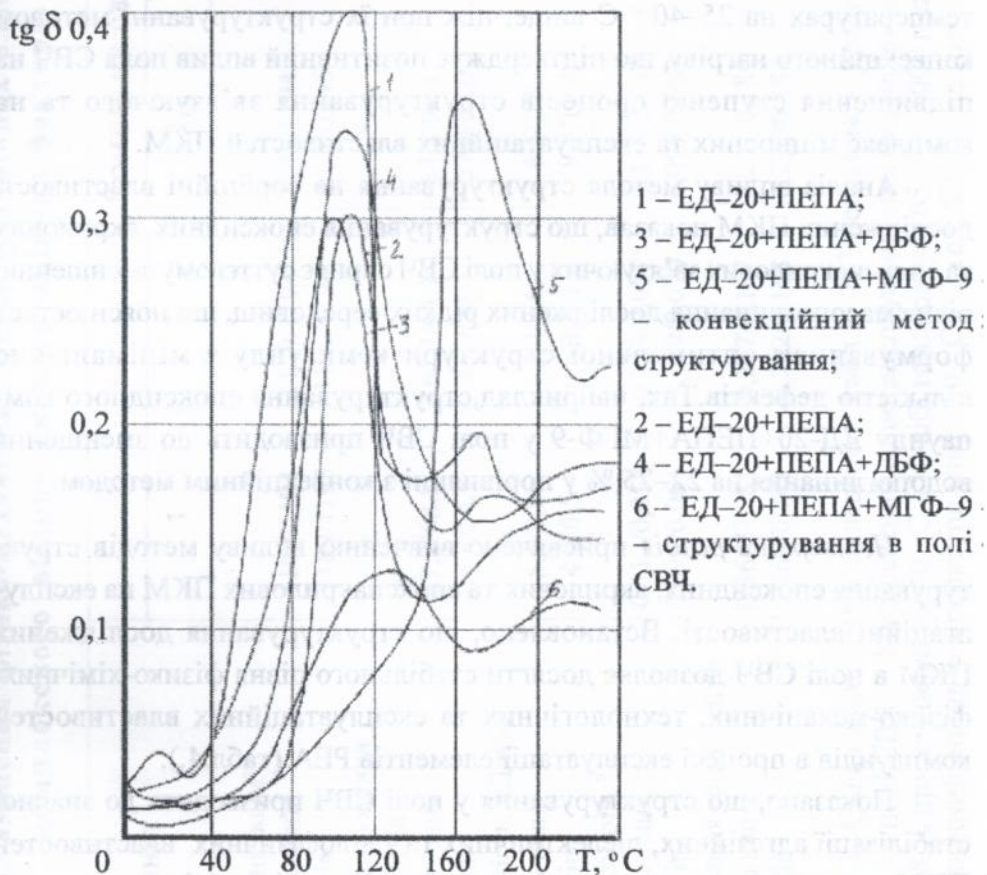


Рис. Залежність $\text{tg } \delta$ від температури

Встановлено, що при структуруванні у полі СВЧ рівень усадки та залишкових напруг у ПКМ значно нижчий, ніж при традиційному методі. Це забезпечує збереження досягнутого рівня фізико-механічних та експлуатаційних властивостей ПКМ у процесі експлуатації виробів РЕА. Наприклад, структурування у полі СВЧ призводить до зменшення рівня залишкових напруг в порівнянні з конвекційним методом нагріву на 50–60 %, а усадки – на 25–30 %.

Методами ДТА та ТГА доведено, що процес термоокислювальної деструкції компаундів, структурованих у полі СВЧ протікає при температурах на 25–40 ° С вище, ніж при їх структуруванні методом конвекційного нагріву, що підтверджує позитивний вплив поля СВЧ на підвищення ступеню процесів структурування зв'язуючого та на комплекс міцносних та експлуатаційних властивостей ПКМ.

Аналіз впливу метода структурування на сорбційні властивості досліджених ПКМ показав, що структурування епоксидних, акрилових та епоксиакрилових зв'язуючих у полі СВЧ сприяє суттєвому зменшенню рівня масопоглинання досліджених рідких середовищ, що пояснюється формуванням оптимальної структури компаунду з мінімальною кількістю дефектів. Так, наприклад, структурування епоксидного компаунду ЕД-20+ПЕПА+МГФ-9 у полі СВЧ призводить до зменшення водопоглинання на 22–25 % у порівнянні з конвекційним методом.

Четвертий розділ присвячено вивченню впливу методів структурування епоксидних, акрилових та епоксиакрилових ПКМ на експлуатаційні властивості. Встановлено, що структурування досліджених ПКМ в полі СВЧ дозволяє досягти стабільного рівня фізико-хімічних, фізико-механічних, технологічних та експлуатаційних властивостей компаундів в процесі експлуатації елементів РЕА (табл.4.).

Показано, що структурування у полі СВЧ призводить до значної стабілізації адгезійних, діелектричних та теплофізичних властивостей ПКМ при комплексному впливі експлуатаційних факторів.

Таким чином, проведені дослідження дозволили розробити універсальний технологічний процес герметизації елементів та вузлів

Таблиця 4. Змінення фізико-механічних і експлуатаційних властивостей ПКМ після комплексного впливу експлуатаційних факторів

Показник	Компаунд складу				
	1	2	3	4	5
Уявна густина, кг/м ³					
вихідне значення	1189/1194	1189/1194	1193/1194	1493/1544	1188/1192
після іспитів	1189/1195	1192/1194	1194/1195	1497/1521	1195/1197
Руйнуюче напруження при вигині, МПа					
вихідне значення	57,2/68,8	61,1/64,1	63,3/68,1	41,6/43,7	42,2/48,8
після іспитів	45,9/54,5	45,9/53,4	57,0/63,0	45,0/50,8	37,5/41,2
Ударна в'язкість, кДж/м ²					
вихідне значення	5,6/8,8	5,9/9,6	6,6/8,4	4,6/4,9	5,6/7,5
після іспитів	4,6/6,5	6,1/8,1	9,9/11,9	4,8/5,9	5,6/6,8
Змінення розмірів, %					
вихідне значення	0,112/0,058	0,123/0,057	0,118/0,062	0,039/0,029	0,056/0,041
після іспитів	0,096/0,061	0,099/0,070	0,099/0,067	0,050/0,040	0,062/0,041
Водопоглинання за 24 год, %					
вихідне значення	0,366/0,281	0,287/0,167	0,291/0,186	0,299/0,189	0,319/0,206
після іспитів	0,366/0,241	0,292/0,168	0,298/0,181	0,299/0,131	0,290/0,199

Примітка: 1. Склад компаундів наведено у табл.1. 2. Чисельник – традиційний метод твердіння, знаменник – у полі СВЧ. 3. Комплексний вплив експлуатаційних факторів: температура 85 °С – 30 год; волога 95-98 % при температурі 40 °С – 10 діб; температура 65 °С – 1000 год; температура мінус 65 °С – 8 год; циклічний вплив температури мінус 60 °С – 2 год, 80 °С – 2 год – на протязі 15 циклів.

РЕА та підвищити стабільність та надійність їх роботи при експлуатації.

В додатках наведено: технологічний процес герметизації виробів РЕА епоксидними та епоксиакриловими компаундами з використанням СВЧ, техніко-економічне обґрунтування застосування технології прискореного структуривання ПКМ у полі СВЧ, акти промислової апробації та впровадження розробленої технології структуривання ПКМ.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено комплекс досліджень по розробці процесів інтенсифікації структуривання (полімеризації) ПКМ на основі епоксидних, акрилових та епоксиакрилових полімерів у полі СВЧ. На основі отриманих експериментальних даних розроблена технологія герметизації виробів РЕА.

2. Досліджені закономірності структуривання епоксидних, акрилових та епоксиакрилових ПКМ у полі СВЧ. Розроблені математичні моделі процесів структуривання ПКМ, на основі яких вибрані оптимальні режими структуривання. Встановлено, що оптимальними режимами структуривання є:

а) для ПКМ на основі епоксидного олігомеру – напруженість електричного поля $2,0 \times 10^5$ В/м; час впливу 180 с;

б) для ПКМ на основі акрилового полімеру – напруженість електричного поля $1,5 \times 10^5$ В/м; час впливу 120 с;

в) для ПКМ на основі епоксиакрилового зв'язуючого – напруженість електричного поля $1,8 \times 10^5$ В/м; час впливу 150 с.

При цьому, у порівнянні з традиційним методом структуривання (конвекційний нагрів), структуривання у полі СВЧ дозволяє значно поліпшити міцносні, адгезійні властивості, а також ступінь твердіння.

Показано, що електричне поле СВЧ у рівній мірі впливає на властивості досліджених компаундів незалежно від хімічної природи полімеру, що обумовлено схожим розподілом електронної густини епоксидних та акрилових полімерів.

3. Показано, що для всіх досліджених ПКМ вплив поля СВЧ сприяє підвищенню ступеню конверсії зв'язуючих та зниженню наявності в акрилових ПКМ залишкового мономеру.

Вивчено характер релаксаційних процесів, які протікають в ПКМ, структурованих у полі СВЧ. Встановлено для ряду ПКМ підвищення динамічного модулю пружності і температури склування у порівнянні з ПКМ, структурованими конвекційним методом. Підвищення динамічного модулю пружності та температури склування пов'язано зі зростанням густини просторової сітки і, як наслідок, підсилення міжмолекулярної взаємодії макромолекул між собою.

При цьому рівень залишкових напруг, усадки у ПКМ, структурованих в полі СВЧ, нижче ніж при конвекційному методі структурування. Це сприяє збереженню досягнутого рівня властивостей ПКМ під дією часу.

4. Методами ДТА та ТГ вивчена кінетика розкладання епоксидних зв'язуючих. Встановлено, що процес термоокислювальної деструкції у зразків, структурованих у полі СВЧ протікає при більш високій температурі, що узгоджується з отриманими даними про позитивний вплив СВЧ на комплекс міцносних та експлуатаційних властивостей ПКМ та свідчить про більш глибоке структурування.

5. Вивчено сорбційні властивості епоксидних, акрилових та епоксиакрилових ПКМ, структурованих у полі СВЧ. Показано, що структурування (полімеризація) отриманих ПКМ призводить до суттєвого зниження масопоглинання рідких середовищ, що пояснюється формуванням структури з мінімальною кількістю дефектів у порівнянні з конвекційним методом структурування.

6. Встановлено, що структурування ПКМ у полі СВЧ забезпечує досягнення стабільного комплексу міцносних, технологічних та експлуатаційних властивостей ПКМ у тривалому часу, а також їх діелектричних характеристик, що свідчить про більш повну завершеність хімічних та фізико-хімічних процесів і формування раціональної структури ПКМ зі стабільними властивостями.

7. Розроблено полімер-мономерну композицію з високою полярністю, яка дозволяє отримати при твердінні у полі СВЧ вироби з частково зшитих полімерів, які володіють поліпшеними фізико-механічними та експлуатаційними властивостями.

8. На підставі проведених досліджень розроблена технологія структурування (полімеризації) епоксидних, акрилових та епокси-акрилових ПКМ для герметизації виробів РЕА в умовах масового виробництва. Розроблена технологія дозволяє забезпечувати стабільний комплекс властивостей ПКМ та їх незмінність під дією часу, що забезпечує підвищення надійності роботи РЕА та її елементів. Показана можливість регулювання комплексу міцносних, технологічних та експлуатаційних властивостей досліджуваних ПКМ за рахунок зміни режимів їх структурування у полі СВЧ.

Основні результати досліджень, наведених в дисертації, викладено у роботах:

1. Штурман О.А., Черкашина Г.М. Ускоренное отверждение покрытий из эпоксидных композиций в поле токов высокой частоты //Пласт.массы, 1984, N 2, с.60-61.

2. Штурман О.А., Черкашина Г.М. Ускоренное отверждение эпоксидных компаундов//Пласт.массы, 1987, N 6, с. 30-32.

3. А.с. N 1337075 СССР, БИ N 34, 1987. Штурман О.А., Черкашина Г.М., Нападов М.А., Сапожников О.Л. Способ повышения прочности базовых съёмных протезов из быстротвердеющих пластмасс.

4. Штурман О.А., Черкашина Г.М. Ускоренное отверждение лакокрасочных покрытий//Технология и организация производства, 1987, N 2, с.40.

5. Штурман О.А., Черкашина Г.М. Улучшение свойств полимерных покрытий//Вестник машиностроения, 1987, N 3, с. 39-41

6. А.с. N 1439111 СССР, БИ N 43, 1988. Штурман О.А., Черкашина Г.М., Лещина О.І. Способ изготовления изделий из композиционного полимерного материала.

7. Черкашина Г.М., Штурман О.А. К вопросу о механизме ускоренного отверждения композиций в токах высокой частоты. Вісник ХПІ «Химическая технология», Харків, Вища школа, 1988, Вип.1, N 258, с.51-54.

8. Штурман О.А., Черкашина Г.М. та ін. Ускоренное отверждение полимерных герметизирующих компаундов. ЛБНТП, 1989, с.46-48.

9. Штурман О.А., Черкашина Г.М. Высокочастотное отверждение заливочных полимерных композиций.//Пласт.массы, 1989, N 11, с.75-77.

10. Штурман О.А., Черкашина Г.М. Полимерная композиция для машиностроения//Пласт.массы, 1990, N 6, с.78.

11. Штурман О.А., Черкашина Г.М. Влияние отверждения в поле ТВЧ на эксплуатационные свойства изделий из эпоксидных компаундов.//Пластмассы, 1990, N 4, с.34-36.

12. Штурман О.А., Черкашина Г.М. Интенсификация процесса отверждения эпоксидных компаундов.//Физико-химическая механика материалов, 1991, N3, с.117.

13. Авраменко В.Л., Черкашина Г.М. та ін. Оптимизация технологического процесса упрочнения базисов съемных протезов в поле токов высокой частоты. Міжнародна н.-т. конф. «Компьютер:наука, техника,технология, образование, здоровье», Харків, 1995, с.129.

14. Авраменко В.Л., Черкашина Г.М., Попова Н.Г. Влияние токов высокой частоты на структуру ПКМ. Міжнародна н.-т. конф. «Компьютер: наука,техника, технология, образование, здоровье», Харків, 1996, с.165.

15. Авраменко В.Л., Черкашина Г.М. та ін. Применение ЭВМ для оптимизации составов наполненных эпоксидных композиций. Міжнародна н.-т. конф. «Компьютер:наука, техника, технология, образование, здоровье», Харків, 1996, с. 176.

16. Черкашина Г.М., Авраменко В.Л. К вопросу о выборе оптимальных параметров структурирования ПКМ на основе эпоксидных олигомеров в ТВЧ. V Міжнародна н.-т. конф. «Micro CAD'97-Харьков», Харків, 1997, Т. 4, с. 444-446.

ОСОБИСТИЙ ВНЕСОК

Розроблено та досліджено технологічні режими структуривання ПКМ з використанням математичних методів та моделей (13–16). Проведено комплекс досліджень технологічних, міцносних та експлуатаційних властивостей ПКМ у залежності від режиму структуривання (1–7). Вивчено досягнуті показники властивостей на протязі тривалого часу і під впливом експлуатаційних середовищ (8–12). Проведено промислові випробування технологічних процесів.

ABSTRACT

Cherkashina A.N. The analysis of contemporary state of PCM structuring physical methods application for radioelectronic industry has been carried out. The polymeric compounds have been worked out and PCM structuring intensification processes on the basis of epoxy, acrylic and epoxy-acrylic connectors in the HFC field have been researched. The optimum regimes of researched PCM structuring in the HFC field have been chosen. It was stated that the HFC field influences equally the properties of researched PCM not depending on chemical nature of polymer.

The obtained results enabled to work out the technology of epoxy, acrylic and epoxy-acrylic PCM structuring for hermetising REA ware in the mass production conditions. The worked technology enables to provide a stable PCM properties complex and their invariability during exploitation that favours increasing reliability of REA elements and junctions.

The universality of worked out technological scheme of structuring is provided by the possibility of the REA elements and junctions hermetising with epoxy, acrylic and epoxy-acrylic compounds.

The technological process of PCM structuring in the HFC field has been inculcated at 3 enterprises.

АННОТАЦИЯ

Черкашина А.Н. Проведен анализ современного состояния применения физических методов структурирования ПКМ для радиоэлектронной промышленности. Разработаны полимерные

компануны и исследованы процессы интенсификации структурирования ПКМ на основе эпоксидных, акриловых и эпоксиакриловых связующих в поле ТВЧ. Выбраны оптимальные режимы структурирования исследованных ПКМ в поле ТВЧ. Установлено, что поле ТВЧ в равной степени влияет на свойства исследованных ПКМ, независимо от химической природы полимера.

Полученные результаты позволили разработать технологию структурирования эпоксидных, акриловых и эпоксиакриловых ПКМ для герметизации изделий РЭА в условиях массового производства. Разработанная технология позволяет обеспечить стабильный комплекс свойств ПКМ и их неизменность в процессе эксплуатации, что способствует повышению надежности работы элементов и узлов РЭА.

Универсальность разработанной технологической схемы структурирования обусловлена возможностью герметизации элементов и узлов РЭА эпоксидными, акриловыми и эпоксиакриловыми компаундами.

Технологический процесс структурирования ПКМ в поле ТВЧ внедрен на 3 предприятиях.

Ключові слова: полімер, компаунд, ПКМ, поле СВЧ, структування, полімеризація, властивості, технологічна схема.



436371

Підписано до друку 15.05.97 р. Формат 60x84 1/16. Уч.вид.арк.1,0.
Тир.100 прим. Зам. № 9.