

PRIMJENA POLIMERNIH MATERIJALA ZA INKAPSULACIJU U ELEKTRONIČKOJ I ELEKTROINDUSTRIJI

Kata Milić

KLJUČNE RIJEČI: inkapsulacija, elektroničke komponente, materijali za inkapsulaciju, polimeri, svojstva materijala, tehnološki procesi

SADRŽAJ: Inkapsulacija elektroničkih komponenata i sklopova predstavlja važan zahtjev u svrhu postizanja odgovarajućih mehaničkih svojstava, smanjenje atmosferskih utjecaja i povećanje vremena eksploatacije

APPLICATION OF POLYMER MATERIALS FOR INCAPSULATION IN ELECTRONIC AND ELECTROINDUSTRY

KEY WORDS: encapsulation, electronic components, encapsulation materials, polymers, materials properties, manufacturing processes

ABSTRACT: Incapsulation of electronic components and circuits represents an important demand for the purpose of reaching adequate mechanical characteristics, reduces time influence and prolongs their usage.

1. UVOD

Elektroničke komponente i sklopovi koji se koriste u elektroničkoj i elektroindustriji potrebno je zaštititi u svrhu postizanja odgovarajućih mehaničkih svojstava, kako bi se smanjio atmosferski utjecaj, a to znači, da se poveća vrijeme eksploatacije komponente/sklopa.

Zato je potrebno, vrlo pažljivo i vrlo stručno odabrati materijale odgovarajućih fizikalnih, kemijskih i mehaničkih svojstava, uzimajući u obzir metode ispitivanja i uvjete eksploatacije.

Najviše korišteni materijali su polimeri: silikoni, epoksidi, poliuretani i poliesteri.

Kvaliteta inkapsulacije ovisi o izboru smole i utvrđivača. Na taj način se dobivaju odgovarajuća mehanička, fizikalna, električka, termička i klimatska svojstva. Korištenjem različitih aditiva kao što su fleksibilizatori, pigmenti i punila, strogo vodeći računa o omjeru miješanja i načinu pripreme mase (smjese) može se također dobiti određena kvaliteta inkapsulacije.

2. SVOJSTVA INKAPSULACIONOG MATERIJALA

Materijal za inkapsulaciju mora imati slijedeća svojstva:

- neznatno stezanje za vrijeme polimerizacije (umrežavanja),
- bez izluživanja korozivnih tvari za vrijeme rada,
- dobro adheziju na metale i mnoge druge materijale,
- dobra mehanička i dielektrička svojstva,
- visoku otpornost na vlagu,
- dobru otpornost na temperaturno starenje,
- dobru otpornost na temperaturne promjene,
- odličnu otpornost na kemikalije,
- svojstvo samogasivosti.

3. PODRUČJE PRIMJENE INKAPSULACIONOG MATERIJALA

Imajući u vidu svojstva, polimerni materijali imaju široko područje primjene, a to su:

- inkapsulacija pasivnih elektroničkih komponenata (otpornici, kondenzatori, induktivne komponente),
- inkapsulacija aktivnih elektroničkih komponenata (diode, integrirani krugovi),
- elektroničkih sastavnih dijelova,
- gotovih sklopova, odnosno uređaja

Obzirom na široko područje primjene polimernih materijala nemoguće je napraviti jedinstvenu tabelu iz koje bi bila vidljiva primjena svih polimernih materijala za sva područja u elektroničkoj i elektroindustriji. Tabela br.1 i tabela br. 2 prikazuju materijale koji se mogu koristiti za inkapsulaciju u hibridnoj mikroelektroničkoj industriji. Za potrebe u elektroindustriji ovi materijali ne bi zadovoljili, jer su tehnički zahtjevi za ispitivanje i eksploataciju bitno drugačiji.

4. TEHNIKE INKAPSULACIJE

U praksi se koriste razne tehnike inkapsulacije, a izbor ovisi o uvjetima ispitivanja i eksploatacije komponente/sklopa.

U svakom slučaju izbor je diktiran cijenom i kvalitetom inkapsulacije.

Uglavnom se koriste četiri tehnike, a to su:

a) Inkapsulacija lijevanjem (engl. casting)

Kod ove tehnike smjesa se lijeva pod vakuumom u kalup s komponentom/sklopom, koji može biti napravljen od različitog materijala kao što su različite silikonske gume, razne vrste plastike ili metali.

Tabela 1: Svojstva polimernih materijala za inkapsulaciju tehnikom lijevanja

Sistem/umreživač	-	epoksid/alifatski poliamin	silikon
Omjer miješanja	težinski	100:12	1:1
Viskozitet (smjesa)	mPas/°C	1200/25	3000
Radno vrijeme	min/°C	30/25	25/25
Minimalno vrijeme polimerizacije	h/°C	24/25	3 min/150; 8 min/100; 8 sati/25
Spec. gustoća	g/cm ³	1.41	1.38
Temperatura distorzije	°C	35	-
Tvrdoća, Shore A i D	-	85 Shore D	55 Shore A
Vučna čvrstoća	N/mm ²	35-55	35
Koeficijent lin.term.ekspanzije	K ⁻¹	130.10 ⁻⁶	42.10 ⁻⁷
Termička vodljivost	W/mK 25 °C	0.2	84
Zapaljivost, metoda UL94	-	V-0,4 mm	V-0
Apsorpcija vode	%		
10 dana/25/oC		0.4	0.1
30 min/100°C		0.6	-
Dielektrička čvrstoća	kV/mm	16(debljina uzorka 2 mm)	18(debljina uzorka 3.2 mm)
Dielektrička konstanta	ε	3.7,50Hz	3.05,100 Hz

Važno je znati da kod ove tehnike kalup s komponentom/sklopom mora biti predgrijan određeno vrijeme na određenoj temperaturi, ukoliko se radi o endotermnom procesu polimerizacije tj. o procesu gdje se mora dovesti određena količina topline da bi došlo do procesa polimerizacije. U protivnom, ako se radi o egzotermnom procesu tj. o procesu u kojem dolazi do oslobađanja topline, komponenta/sklop se ne predgrijava jer može doći do vrlo burnih reakcija koje mogu imati za posledicu vizualni škart, a visoka temperatura čak može dovesti do uništenja komponente/sklopa.

Obično se radi o dvokomponentnom ili višekomponentnim sistemima, pa je neophodno poštivati omjer miješanja, također i temperaturu pripreme, jer bilo koje nepoštivanje ovih uvjeta dovodi do promjene kvalitete inkapsulacije. Također je važno poštivati uvjete polimerizacije, pogotovo se mora paziti da masa ne polimerizira na temperaturi koja je viša od optimalne, a također ne odgovara za potpunu polimerizaciju preniska temperatura. U oba slučaja radi se o promjeni kvalitete inkapsulacije.

b) Inkapsulacija prahom (engl. fluidized bed coating)

Za razliku od prethodne tehnike, ovdje nisu potrebni kalupi. Materijal koji se koristi je jednokomponentni prah fluidiziran u kadi stroja. Ovom tehnikom postiže se debljina sloja 0.2 do 1.0 mm, što ovisi o broju uranjanja i temperaturi predgrijavanja komponente/sklopa, što je obavezno.

Kad prah dođe u kontakt sa vrućom površinom tali se i stvara integralnu inkapsulaciju, koja se naknadno termički obrađuje dajući pri tome dobru adheziju između komponente/sklopa i inkapsulacije. Ovaj tip inkapsulacije je jeftiniji od prethodne, ali je lošiji po kvaliteti.

c) Inkapsulacija uranjanjem (engl. dip coating)

Za ovu vrstu inkapsulacije koriste se materijali koji imaju tiksotropno svojstvo. Ovom tehnikom postiže se debljina sloja 0.2 do 1.0 mm što ovisi o broju uranjanja u masu kao i za prethodni tip inkapsulacije kalupi nisu potrebni što daje ekonomičniju proizvodnju.

Međutim, treba naglasiti, da se ova vrsta inkapsulacije kao i inkapsulacija prahom koristi tamo gdje postoje široke tolerancije dimenzija i oblika komponenta/sklopova, ali je po kvaliteti lošija od inkapsulacije lijevanjem.

d) Inkapsulacija injekcionim prešanjem (engl. injection moulding)

Neki polimeri (epoksidi, polietileni, polipropileni, poliesteri, poliestersulfoni, polieterketoni, polieteterketoni, flouropolimeri itd.) su specijalno pogodni za injekciono prešanje.

Obzirom na visoke zahtjeve na kvalitetu tih materijala, svojstva se bitno poboljšavaju dodatkom staklenih ili ugljikovih vlakana ili mineralnih punila. Takvi materijali imaju odlična električka, mehanička i termička svojstva, zbog toga se koriste za inkapsulaciju komponenta/sklopova, a pogotovo za inkapsulaciju jezgre velikog volumena.

Velika primjena im je također u elektro i industriji kućanskih aparata i telekomunikacionih uređaja, gdje se također postavljaju visoki zahtjevi na kvalitetu. Za proizvođača tih materijala to predstavlja poticaj za rad na novim i usavršavanju postojećih materijala, koji će zadovoljiti specifične zahtjeve kupca.

Tabela 2: Svojstva polimernih materijala za injekciono prešanje na bazi polifenilenoksida

MEHANIČKA SVOJSTVA		
Cvrstoća na vlak	N/mm ²	45
Istezanje	%	2-4
Modul izvlačenja	N/mm ²	2400
Savijanje	N/mm ²	-
Modul savijanje	N/mm ²	2500
Udarna žilavost	J/m	250
Tvrdoća H358/30	N/mm ²	87
Tvrdoća, Rockwell	-	R 115
Otpornost na kidanje	g	0.020
TERMIČKA SVOJSTVA		
Indeks kisika	%	33
Samogasivost (debljina uzorka 1.6 mm)	UL 94	94 HB
Postojanost na toplinu, Vicat B	°C	105
Termička vodljivost	W/m ² °C	0.16
Skupljanje u kalupu	%	0.5-0.7
Koeficient lin.term.ekspanzije	m/m ² °C	7.10 ⁻⁵
FIZIKALNA SVOJSTVA		
Specifična gustoća	g/cm ³	1.10
Upijanje vlage, 24 h/25°C	%	0.08
ELEKTRIČKA SVOJSTVA		
Specifički otpor	Ohm x m	>10 ⁵
Dielektrična čvrstoća (debljina uzorka 3.2 mm)	kV/mm	16
Dielektrična konstanta, ε		2.7, 50Hz/25°C
		2.6, 1MHz/25°C
Faktor gubitka tgδ		0.0004, 50Hz/25°C
		0.0009, 1MHz/25°C

5. Zaključak

Obzirom na dobra svojstva, može se zaključiti da polimerni materijali imaju veliku važnost i široko područje primjene u elektroničkoj i elektroindustriji. Pri tome treba vrlo pažljivo odabrati odgovarajući materijal, a također poštivati način primjene i uvjete polimerizacije, o čemu također ovisi kvaliteta inkapsulacije.

6. Literatura

1. C.A. May, Tanaka, Epoxy Resins, M. Dekker Inc., N.Y. (1973)
2. H. Lee, K. Neville, Epoxy Resins, McGraw-Hill Co., N.Y. (1957)
3. Hybrid Circuit Technology, maj 1988
4. S.M. Boyer, Proceeding, 4th EHMC 1983, Copenhagen, 122-132

Kata Milić, dipl.ing.,
RO RIZ IETA, Božidarevićeva 13,
41000 Zagreb
Prispelo: 16.01.1989 Sprejeto: 17.06.1989