

Ochranné laky, nebo zalévání pryskyřicí – co chrání elektroniku lépe?

Phil Kinner
Alistair Little
Electrolube

Tato otázka je v elektronickém průmyslu velmi častá a podobně jako každá jiná správná odpověď odborníka i tady říká, že záleží na stupni požadované ochrany vůči nepříznivému prostředí.

První věcí, která by se měla brát v úvahu, je zakrytí desky plošných spojů. Pokud je kryt zařízení navržen pro primární ochranu desky proti nepříznivým vlivům okolí, potom jsou na desce nejčastěji použity ochranné laky (conformal coating), které slouží jako zálohová ochrana. Když kryt zařízení nemůže zajistit hlavní ochranu desky proti nepříznivému prostředí, potom bývá zalévání pryskyřicí lepší volbou.

Další otázkou potom může být: „Co to vlastně je to ochranné lakování a zalévání pryskyřicí?“ V obou případech bývá materiálem organický polymer, který se vytvrzením stává elektrickou izolační vrstvou a který do určité míry odolává chemickým prostředkům a teplotě. Jako polymer se nejčastěji používá akrylát, epoxid, polyuretan a silikon.

Ochranné povlaky

Ochranné povlaky jsou tenké suché filmy o tloušťce 25–100 mikronů a velmi malé hmotnosti, která nijak nezvyšuje celkovou hmotnost osazené desky plošných spojů. Často jsou transparentní, takže je možné identifikovat objekty pod nimi, například součástky. Odolávají chemickým a teplotním účinkům po krátkou dobu. Slabé vrstvy laku nevyvolávají na povrchu objektů (součástek atd.) žádné velké pnutí, což je výhodné například v případě tenkých vývodů součástek. Odolnost proti chemickým a teplotním vlivům je obecně dobrá po krátkou dobu zatížení.

Většina laků jsou jednosložkové materiály (značené jako 1K), které mají dlou-

hou životnost v tekutém stavu, nízkou teplotu vytvrzení a krátkou dobu sušení. Protože jsou jednosložkové, jsou jednodušší na výrobu a použití, ale většina z nich se musí ředit, aby se dosáhla potřebná viskozita pro dané účely.

Nově zaváděné dvousložkové (2K) epoxidové a polyuretanové laky kombinují výhodu ochrany a vlastnosti pryskyřice, přičemž jsou snadno použitelné bez aplikování ředidla, čímž mají výhodu v ochraně životního prostředí. 2K



Obr. 1 Ochrana desky lakováním

laky mají výborné pokrytí povrchu, zatímco jejich pružnost umožňuje chránit i velmi delikátní součástky. Jsou také odolné proti mechanickému namáhání a otěru. Na druhé straně, protože jsou dvousložkové, není jejich zpracování tak jednoduché jako u 1K laků. Navíc je skoro nemožné je odstranit, takže téměř znemožňují opravu desek plošných spojů. Laky mohou být nanášeny štětcem, rozprašovačem nebo i jenom namáčením. Stále častěji jsou také aplikovány robotickými systémy pro selektivní lakování, čímž se lépe zajistí požadovaný proces nanášení.

Poměrně rozšířené rozstříkávání ochranného laku vyžaduje, aby měl lak nízkou viskozitu, při které se rozprašovaný materiál atomizuje. To znamená, že laky obsahují do značné míry ředidla, která snižují viskozitu základní materiálu. Obsah ředidla v mnoha materiálech ale vyžaduje použití tepla k jeho vypuzení, protože pokud by se nanosený povlak vytvrzoval při pokojové teplotě,

ředidlo by v ochranném povlaku zůstalo a znehodnotilo provedenou ochranu elektroniky.

Se stoupajícími nároky na ochranu životního prostředí začala mít ředidla nižší obsah VOC (Volatile Organic Compound) a laky postupně obsahovaly menší procento ředidla. Moderní lakovací materiály jsou často bez ředidla, označované jako 100% pevný materiál, protože všechny materiál nanesený na desku se změní na suchý film laku stej-



Obr. 2 Ochrana zaléváním

né tloušťky jako nanesený mokřý film. Laky z těchto 100% pevných materiálů se vytvrzují teplem, vlhkem či UV zářením, v závislosti na jejich složení.

Ochrana zaléváním

Zalévací hmoty používané k zalévání elektronických dílů se aplikují v silnějších vrstvách, od 0,5 mm, většinou ale podstatně více. Silnější vrstva zvyšuje hmotnost a také cenu zalévání, ale na druhé straně zajišťuje lepší ochranu desky plošných spojů proti nepříznivým vlivům okolí, zejména při jejich dlouhodobém působení. Pryskyřice také dobře chrání proti mechanickému namáhání, například při nárazu. Silná vrstva tmavě zbarveného zalévacího materiálu činí zalité objekty téměř neviditelné, což může být vhodné v případech, kdy se jedná o zabezpečení návrhu elektrických ob-

vodů i samotné desky. Odstranění nalité pryskyřice většinou vede k poškození desky, což může být opět výhodné z důvodů utajení jejího návrhu.

Zalévací hmoty jsou obvykle dvou-složkové materiály (2K), ve kterých je pryskyřice (složka A) smíchána se správným množstvím tvrdidla (složka B). Pryskyřice mají obecně vyšší viskozitu a často obsahují minerální pojidla, která jejich vlastnosti vylepšují. Protože se nestříkají, většina pryskyřic neobsahuje nestabilní organické směsi (VOC – Volatile Organic Compound). Bývají navrženy pro vytvrzení při pokojové teplotě, přičemž doba potřebná k vytvrzení může být zkrácena použitím tepla. Některé pryskyřice vyžadují dodatečné vytvrzení pro dosažení svých optimálních vlastností. Většina pryskyřic začne reagovat okamžitě po smíchání obou složek dohromady, přičemž vytvrzovací reakce jsou exotermické. Pro ně je přirozené, že jsou horké, ale vzniklé teplo může být regulováno množstvím smíchaného materiálu, takže je vhodné vzít v danou chvíli v úvahu jeho potřebné množství. Použití příliš velkého množství zalévací hmoty najednou může způsobit přehřátí zalévaného objektu nebo dokonce vzplanutí.

Aplikace pryskyřice může být i jednoduchá, pokud se použije balení, kde jsou obě dvě složky uloženy odděleně a ve správném poměru. Uživatel odstraní přepážku mezi oběma složkami, smíchá je dohromady a potom nalitím vyplní požadované prostory do potřebné výšky. Podobně jako u ochranných laků i zalévací hmota se může nanášet s použitím 2K rozstříkovacího zařízení, čímž

se pryskyřice rozlévá jednotným a opakovatelným způsobem.

Je zajímavé, že v případě určitých aplikací, u kterých byla 2K zalévací hmota první volbou, se nakonec ukázalo jako lepší řešení použití 2K ochranného povlaku díky výborným mechanickým vlastnostem v porovnání s 1K laky. Navíc může přechod ze zalévací hmoty na ochranné povlaky odstranit problém se zvýšením hmotnosti, které může být u některých aplikací kritické.

Jak zjistit, co je nejlepší pro danou aplikaci?

Návrh desky plošných spojů, její zakrytí a předpokládané provozní prostředí hraji

	Ochranné povlaky	Zalévací pryskyřice
Ochrana	-	+
Hmotnost	+	-
Cena	+	-
Přenos tepla	-	+
Opravy	+	-
Pnutí	+	-

● = 2K Hybridní povlaky

Obr. 3 Porovnání výhod i nevýhod obou způsobů ochrany

hlavní roli při rozhodování, jestli použít ochranný povlak, nebo zalévací pryskyřici. Jak už bylo zmíněno, pokud zakrytí desky zajišťuje dostatečnou primární ochranu proti účinkům okolního prostředí, potom použití ochranného povlaku poskytuje zálohové řešení ochrany pro případ, že je hlavní ochrana poškozena. Současně poskytuje ochranu proti vysoké vlhkosti a kondenzaci uvnitř prostoru s deskou.

Pryskyřice bývají často použity i jako materiál vlastního obalu (krytu) desky a jsou tak součástí primární ochrany desky. Potom je požadováno, aby odolaly potenciální kontaminaci během použití výrobku v pracovním prostředí.

Pryskyřice jsou často používány ve vysokonapěťové elektronice a v elektronice používané ve výbušném prostředí, protože umožňují vznik silné dielektrické vrstvy, která zabraňuje vzniku oblouku.

Správně navržená deska a její zakrytí umožní aplikovat ochranný lak nebo zalít rychle a jednoduše tak, aby byl celý proces maximálně efektivní z pohledu potřebné doby pro aplikaci a množství použitého materiálu.

Firma Electrolube uvedla na trh řadu materiálů pro ochranné povlaky, jejichž chemické složení je podobné 2K pryskyřicím, ale jsou navrženy pro selektivní lakovací zařízení v rozsahu 200–400 mikronů, čímž kombinují mnohé výhody obou dvou technik ochrany.

Nové 2K hybridní ochranné laky prokázaly výborné vlastnosti během zkoušek v prostředí, kde dochází ke kondenzaci. 2K povlaky dosáhly při ochraně elektroniky podobných výsledků jako zalévací hmoty, i když jejich tloušťka byla desetkrát menší než při zalití. Tyto ochranné laky mohou být aplikovány rychleji než předcházející typy laků a navíc bez nebezpečí vzniku trhlin. Mohou být rychle naneseny technikou selektivního lakování, která zajistí správnou tloušťku vrstvy i její ostré obvodové hrany, přičemž poskytuje ochranu i v případech, kdy obvyklé lakování nestačí.