

# Lepení v elektronice

## Aktuální trend – miniaturizace, krátké technologické doby a vysoké požadavky na bezpečnost

Ross Jones, odpovědný manažer prodeje DELO Industrie Klebstoffe pro Českou republiku

Spojovací technika lepením nabývá v oblasti elektroniky stále více na významu. Hlavním důvodem je trend směřující k miniaturizaci modulů, montážních skupin a finálních produktů. Lepidla jsou ideálně vhodná pro rychlé, bezpečné, trvalé a cenově výhodné spojování nejrůznějších materiálů na malém prostoru – např. v technologii flip-chip (po usazení čipu se jeho kontakty propojí v rámci jedné výrobní operace). Kromě toho se lepidla s úspěchem používají také tam, kde je vyžadována vysoká spolehlivost při zalévání čipů – pouze díky vhodné zalévací hmotě je možné účinně chránit jemné struktury na čipu a drátky před mechanickým namáháním a vlivy okolního prostředí. Další skutečností, se kterou se musí vypořádat konstruktéři a technologové v oblasti elektroniky, jsou požadavky jednak na neustále se zkracující doby výrobních taktů, jednak na nákladově výhodnější realizaci montáže. Toto jsou důvody, proč v poslední době značně roste poptávka po lepidlech s krátkou dobou vytvrzování a současně schopností zachovat důležité vlastnosti produktu. Tyto aktuální trendy vedou ke kontinuálnímu vývoji inovačních lepidel s vyspělou technologií.

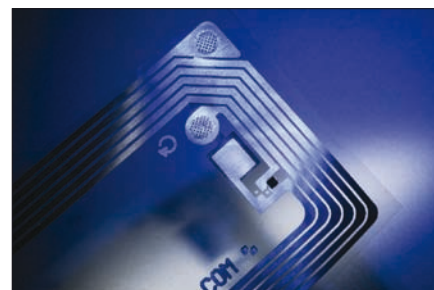
### Trend 1: Zkrácené výrobní procesy s epoxidy rychle vytvrzovanými teplem

Obzvláště v průmyslové výrobě jsou požadována lepidla s co nejkratší dobou vytvrzení, která umožňují maximálně urychlit výrobní proces. Při osazování desek s plošnými spoji miniaturními součástkami je třeba řešit technické problémy, jako je např. upevnění cívek, lepení senzorů nebo utěsnění půlek pouzder. Epoxidy vytvrzované teplem, které se používají v automobilovém průmyslu a v elektronice již mnoho let, mají však dobu vytvrzování obvykle delší než lepidla vytvrzovaná UV zářením nebo světlem. Z tohoto důvodu představuje jejich další vývoj obzvláštní výzvu pro vývojáře, neboť u nich musí být zachovány vlastnosti, jako je např. velká pevnost, dobrá chemická odolnost či použitelnost při vysokých teplotách. S nově vyvinutými jednosložkovými lepidly z epoxidové pryskyřice, mezi které patří např. DELO-Monopox MK055 nebo DELO-Monopox MK040, je možné dosáhnout podstatně kratších dob vytvrzování. Vzhledem k tomu, že dvousložková lepidla vytvrzovaná teplem se nesnadno zpracovávají při malém dávkovaném množství řádově desetin miligramu, zdá se být použití jednosložkových teplem vytvrzovaných lepidel jako ideální – v rychlých výrobních procesech je možné díky tepelným (thermodovým) procesům dosahovat minimálních vytvrzovacích dob již od šesti sekund.

### Trend 2: Miniaturizace – technologie flip-chip

Na reformě techniky lepení se v uplynulých letech podílely také inovace v oblasti mikroelektroniky. Proto se stále více prosazují nové standardy v pouzdření čipů. Ze strany výrobců elektronických součástek je především velká poptávka po technologii flip-chip, která se používá při výrobě nezapouzdřených polovodičů. Oblastmi použití jsou „chytřé“ čipové karty *Smart Cards* (např. elektronická karta zdravotního pojištění), „chytřé“

čipové štítky *Smart Labels* (elektronické štítky s polovodičovým čipem) a antény, na které lze ukládat data. Rozhodujícím technologickým krokem je přitom přilepení polovodičového čipu k substrátu. Zde umožňují nevodivá lepidla NCA (*Non-Conductive Adhesives*) a anizotropní vodivá lepidla ACA (*Anisotropic Conductive Adhesives*) od společnosti DELO Industrie Klebstoffe efektivní řešení díky sekundovému a spolehlivému spojení polovodičového čipu a antény.



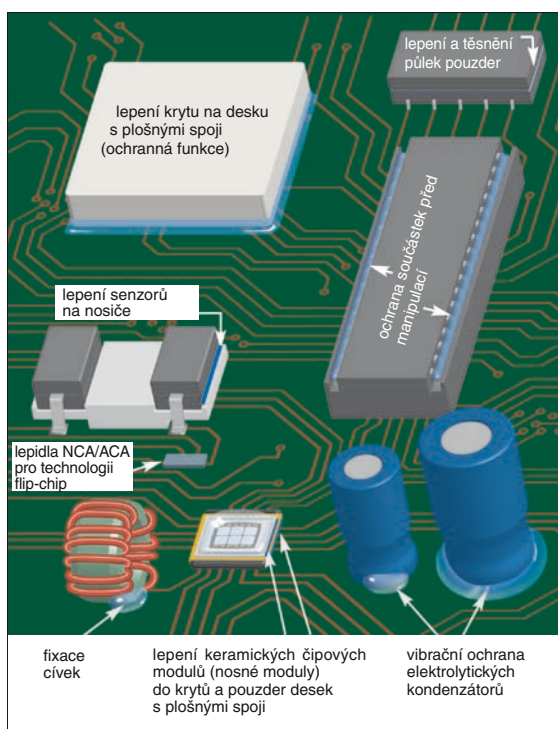
Obr. 2. Technologie flip-chip – spolehlivé kontaktování lepidly NCA/ACA

U technologie flip-chip je polovodičový čip na strukturované aktivní straně opatřen již od výrobce kulovými kontaktními ploškami – tzv. *bumps*. Takto předupravený čip je následně vtlačěn aktivní stranou do metalizace substrátu. Cílem je dosáhnout spolehlivého kontaktování (elektrického propojení) s vynaložením minimální doby pro zalisování v průmyslových výrobních procesech.

Anizotropní vodivá lepidla, jako např. DELO-Monopox AC, jsou plněna vodivými částicemi v nízké koncentraci, a nejsou proto v kapalném stavu vodivá. Na lepicí plochu substrátu se rovnoměrně nanese lepidlo, poté se přiloží flip-chip a nakonec se lepidlo vytvrdí thermodem (pájecí tvarovkou) za použití příslušného tlaku a teploty. Při přiložení čipu dojde k sevření vodivých částic mezi kontakty čipu a substrátu, což vede k vytvoření elektrické vodivosti ve směru z.

Typické vytvrzovací parametry jsou 6 až 20 s při 150 až 190 °C s použitím thermody. Ani při skladování v délce více než 1 000 h při teplotě 85 °C a vlhkosti vzduchu 85 % nedojde ke zvýšení přechodového odporu kontaktů o více než 10 mΩ. Tento téměř konstantní přechodový odpor kontaktů je základem pro dlouhodobou stálost, a tím pro spolehlivost součástek.

Další možností je použití nevodivých lepidel (např. DELO-Monopox NU) ve spoje-



Obr. 1. Lepení miniaturních součástek na desku s plošnými spoji

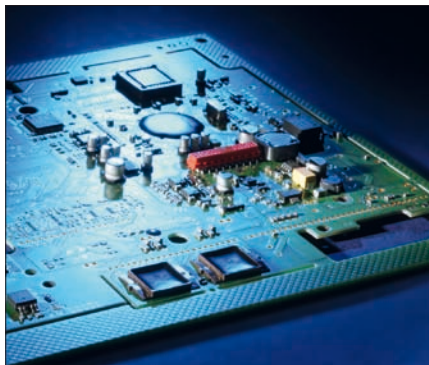
ní se zápusnými *bumps* (kulovými kontaktními ploškami). Přitom se vytvoří elektrický kontakt vlisováním zápusných *bumps* tohoto čipu do kontaktní plochy substrátu – lepidlo zde má za úkol fixovat flip-chip v dané poloze. Oba typy produktů, tj. jak lepidlo NCA, tak i lepidlo ACA, umožňují dodržet extrémně krátké doby taktů, a tím dosáhnout maximální rychlosti zpracování. S použitím jednoho kilogramu lepidla lze spojit až deset milionů těchto čipů. To jsou důvody, proč lepidla NCA/ACA představují neekonomičtější variantu pro spojování čipů se substráty.

### Trend 3: Zalítí čipu – větší spolehlivost pro nezapouzdřené čipy

Elektronické součástky používané v automobilovém průmyslu a v průmyslových výrobcích špičkové kvality jsou vystavovány extrémním zátěžím – pracují v širokém rozsahu teplot, působí na ně silné vibrace a velké síly a často přicházejí do styku s agresivními médii. A to vše za situace, kdy jsou vyráběné čipy stále menší a citlivější.

Nezapouzdřený polovodičový čip je přilepen k desce s plošnými spoji a elektricky propojen s proudovým obvodem jemnými drátky. K ochraně jemných struktur na čipu a drátků se musí čip zalít vhodnou hmotou. Pouze tímto způsobem lze zajistit účinnou ochranu čipu před mechanickým namáháním (např.

vibracemi, kolísáním teploty atd.) a před vlivy okolního prostředí (např. vlhkostí, korozí apod.). Technicky je tato ochrana zajištěna zalitím čipu do tekuté pryskyřicové matrice, např. lepidlem z epoxidové pryskyřice, a následně tepelným vytvrzením (tzv. metoda *glob top*).



Obr. 3. Zalítí čipu metodou *glob top* na desce s plošnými spoji

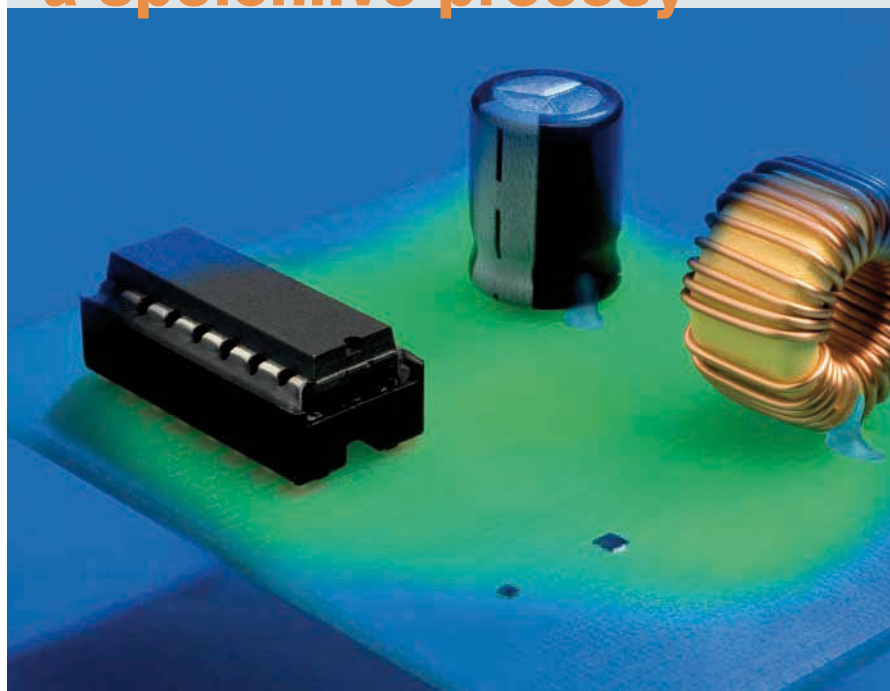
Zvláště jednosložkové epoxidové pryskyřice vytvrzené teplem (např. DELO-Monopox GE) splňují požadavky na vysokou úroveň spolehlivosti při výrobě modulů, které jsou určeny pro použití v automobilovém průmyslu nebo v průmyslových zařízeních s náročným provozem. Zalitím čipu a propojovacích drátků na desce s plošnými spoji dochá-

zí ke spojení různorodých materiálů, které se při změnách teploty nesteromně roztahují, resp. smršťují – dochází k tzv. tepelnému nepřízpůsobení. Vlivem tohoto jevu dochází v tomto kompozitu k pnutí, které značně závisí na součiniteli tepelné roztažnosti (CTE – *Coefficient of Thermal Expansion*) zalévací hmoty. Aby bylo možné toto pnutí minimalizovat, je třeba co nejvíce přizpůsobit součinitel tepelné roztažnosti zalévací hmoty součinitelům tepelné roztažnosti ostatních materiálů (křemíkový čip 4 ppm/K, zlaté drátky 14 ppm/K, deska s plošnými spoji 0 až 20 ppm/K). Nejlepší výsledky jsou v praxi dosahovány s výrobky, jejichž CTE < 20 ppm/K (např. plněné jednosložkové epoxidové pryskyřice DELO). Další výhodou čipových zalévacích hmot DELO-Monopox GE je velmi dobrá tepelná a chemická odolnost a rovněž nízký potenciál dovytvzování.

Použití lepidel při výrobě v oblasti elektroniky je velmi rozmanité. Lepení miniaturních součástek na desky s plošnými spoji, utěšňování pouzder, čipové zalévací hmoty nebo lepení technologií flip-chip staví vývojáře v této oblasti před stále nové výzvy. Společnost DELO Industrie Klebstoffe nabízí široké spektrum na míru šitých řešení pro speciální použití – zvláště tam, kde jsou kladeny vysoké požadavky na materiály, krátké doby výrobních taktů a rychlé výrobní procesy. ☒

**DELO**  
Leading by intelligent bonding technology

## Lepení pro rychlé a spolehlivé procesy



Např.:

- Ochrana součástek před manipulací
- Ochrana elektrolytických kondenzátorů před vibracemi
- Lepidla NCA nebo ACA pro technologii flip-chip
- Fixace cívek

Výhody:

- Vytvrzení během několika sekund
- Dobrá chemická odolnost
- Použití při vysokých teplotách

**DELO Industrie Klebstoffe**

tel.: +49 8193 9900-0

e-mail: [info@DELO.de](mailto:info@DELO.de)

<http://www.DELO.de>