



## Posudek vedoucího na diplomovou práci

### Stárnutí spojů vytvořených elektricky vodivými lepidly

**Autor:** Pavlína Žalská, ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra elektrotechnologie

**Vedoucí práce:** doc. Ing. Pavel Mach, CSc., ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra elektrotechnologie

---

V diplomové práci řešila diplomantka problém stárnutí adhezních spojů vytvořených z pěti typů elektricky vodivých lepidel. Tři z nich byla dvousložková, dvě jednosložková. Práce tematicky navazovala na její bakalářskou práci. Spoje byly realizovány povrchovou montáží odporů s „nulovou“ hodnotou (OR0, typ 1206) na testovací desku plošného spoje, kterou si diplomantka sama navrhla. Spoje byly testovány bez mechanického napětí při skladování za normálních podmínek a při klimatickém stárnutí v kombinovaném klimatu 85 °C/85 % RV a dále při mechanickém namáhání opět při skladování za normálních podmínek a při klimatickém stárnutí v kombinovaném klimatu 85 °C/85 % RV. Mechanické namáhání bylo ve spojích vyvoláno prohnutím desky s namontovanými nulovými odpory. Cílem bylo zjištění, jak mechanické namáhání samotné urychluje stárnutí spojů a jak mechanické stárnutí ovlivňuje rychlost stárnutí v kombinovaném klimatu. Je třeba poznamenat, že vlastnosti elektricky vodivých lepidel jsou na katedře elektrotechnologie sledovány již delší dobu v rámci různých typů projektů.

Diplomantka byla po celou dobu práce velice aktivní. Pro zpracování práce měla dobré podmínky, protože potřebná technologická i diagnostická zařízení byla na katedře k dispozici. Navrhla plošné spoje, zařídila jejich výrobu, po nakoupení lepidel osadila desky plošných spojů adhezní montáží, spoje odstárнула i odměřila. Po celou dobu práce byla velice samostatná a prokázala jak velmi dobré teoretické znalosti, tak technologickou dovednost. Oceňuji také její píli a přístup k řešení problémů, které se během práce vyskytly.

Diplomantka zpracovávala práci, kde byl použit typ mechanického stárnutí prohnutím destičky s adhezně namontovanými nulovými odpory. Průhyb byl realizován tak, že deska s osazenými odpory byla namontována na hliníkový kruhový profil. Přestože byly prováděny



předběžné orientační výpočty zatížení spojů při takovémto průhybu desky, ukázalo se, že adhezní spoje jsou velikostí zvoleného průhybu desky, přestože byly vytvořeny na PCB s tloušťkou pouze 0.6 mm, namáhány na mez své pevnosti. To se projevilo při klimatickém stárnutí, kdy řada spojů byla mechanicky zcela narušena. Přesto však získala diplomantka cenné poznatky o kvalitě jednotlivých typů lepidel a změnách odporu a nelinearity VA charakteristiky spojů při zvoleném typu namáhání.

Výsledky, kterých diplomantka dosáhla, jsou nové a byly přijaty pro publikaci a publikovány na mezinárodní konferenci 40th International Spring Seminal on Electronics Technology v Sofii (Mach, Žalská: Influence of Continual Mechanical Stress on Climatic Ageing of Conductive Adhesive Joints).

Práce je zpracována pečlivě, bohužel jsem neviděl její poslední verzi před svázáním. Je psána čtivě a dobrou češtinou. Diplomantce uniklo, že v technických zprávách je třeba označovat jako obrázky i grafy a že je třeba popisovat také tabulky. Přes uvedený formální nedostatek, s ohledem na objem vykonané práce i dosažené výsledky, práci hodnotím klasifikačním stupněm:

**A (výborně)**

doc. Ing. Pavel Mach, CSc.

V Praze dne 2. června 2017