

## Oponentní posudek bakalářské práce

Praha, 11.6.2019

Věc: Posudek bakalářské práce:  
Filip Grňák – „Pájené a lepené vodivé spoje“

K posouzení mi byla předložena bakalářská práce rozdělená do 8 kapitol o celkovém rozsahu 49 stran, součástí práce je i seznam použitých zdrojů, seznamy obrázků, tabulek a grafů a seznam příloh.

Zadání práce je rozděleno do 5 bodů, tři teoretických a dvou praktických:

1. Uveďte a popište pájky používané v elektrotechnice.
2. Popište strukturu elektricky vodivých lepidel a uveďte materiály, které se pro vodivá lepidla používají.
3. Porovnejte pájky a elektricky vodivá lepidla z pohledu jejich vlastností a využití.
4. Připravte sadu vzorků pájených a lepených spojů
5. Během urychleného stárnutí v klimatických komorách průběžně měřte elektrické a mechanické parametry spojů a výsledky vyhodnoťte.

V kapitolách 1 a 2 autor stručně rozebírá základní teorii, týkající se elektricky vodivých lepidel a pájek (jak slitin, tak past), popisuje jejich výhody a nevýhody, porovnává jejich mechanické, elektrické vlastnosti, rozebírá používané materiály a diskutuje základní charakteristiky těchto látek, včetně vlivu na výsledný spoj a to i z pohledu stárnutí a degradace spoje. V závěru kapitoly 2 je pak uveden popis použité metody měření teoreticky rozebraných vlastností a parametrů obou skupin látek. Kapitola 3 je zaměřena čistě na praktickou část práce, je zde zmíněna výroba testovacích vzorků, použité měřicí přístroje a aparatury. Navazuje část zabývající se měřením elektrických vlastností a následně i mechanických vlastností zhotovených vzorků. Formou grafů a obrázků jsou diskutovány naměřené hodnoty a poměrně výstižně vzájemně porovnávány výsledky měření jak elektrických, tak mechanických parametrů. Závěr kapitoly 3 se pak zabývá vlivy, které způsobují stárnutí elektricky vodivých spojů, autor zde popisuje způsob laboratorně připraveného degradačního procesu na připravené vzorky. V samém závěru třetí kapitoly jsou opět diskutovány naměřené hodnoty a porovnávány s teoretickými předpoklady. Poslední 4. kapitola pak obsahuje závěr celé práce. Třetí kapitola spolu se závěrem ve 4. kapitole jsou stěžejní částí práce. Jsou zde shrnuty naměřené výsledky a je učiněn obecný závěr zjištěných skutečností.


Autor provedl poměrně ucelený a přitom dostatečně stručný teoretický rozbor problematiky pájených a lepených vodivých spojů, rozsahem odpovídající tomuto typu práce, ani nezbytná stručnost v některých kapitolách není na úkor názornosti a srozumitelnosti a práce se tak věnuje všem zadaným úkolům, její obsah je věcný a účelný, formální úroveň zpracování je dobrá.

K práci mám několik formálních připomínek:

- U grafů (např. Graf 4 a Graf 5) je použita různá velikost písma názvu grafu
- U tabulky 7 má být v posledním řádku uvedeno nejspíše pouze „zvýšené vlhko“, nikoliv „zvýšené vlhko a teplota“ jako je tomu o dva řádky výše
- Některé názvy tabulek (např. tabulka 7) by bylo vhodné formulovat jinak kvůli exaktnějšímu vyjádření
- V několika případech (např. na str.40 cca. v 2. řádku textu) je použito ne zcela pochopitelné větné stavby „což ve směru mechanických vlastností znamená...“
- V přílohách mi chybí datasheety nebo odkazy na manuály k měřicím a aplikačním zařízením, použitých k realizaci vzorků pro měření v praktické části
- Některé věty a souvětí jsou komponovány příliš složitě a strojeně, což někdy snižuje výstižnost sdělení

Autor Filip Grňák prokázal v této bakalářské práci dobrou schopnost rešerše odborné literatury a orientaci v zadané problematice. Vytvořil a sestavil ucelený, poměrně dobře čtivý a graficky vyvážený text. Velmi oceňuji gramatickou správnost textu. Uvedené připomínky k textu nesnižují zásadním způsobem kvalitu práce a jsou to spíše drobnosti formálního charakteru, měly by však posloužit autorovi jako podklad k tomu, čemu se v dalších případných pracích vyvarovat. Zadání bylo splněno v celém rozsahu, odborná úroveň práce je velmi dobrá s důrazem na praktičnost získaných výsledků. Rozebíraný problém v této práci je z technologického hlediska velmi zajímavým problémem, který zdaleka přesahuje možnosti této práce. Mohl by ale velmi dobře posloužit jako základ pro další rozbor a řešení této problematiky např. v tématu diplomové nebo disertační práce, která by mohla opět obsahovat i praktickou část, jenž by bylo možné obohatit o měření dalších parametrů jako např. nelinearitu spojů, případně v závislosti na různých podmínkách očekávaného pracovního prostředí, neboť nefunkční elektricky vodivý spoj je velmi častou příčinou vzniku poruchy celého zařízení v mnoha oblastech techniky.

Bakalářskou práci Filipa Grňáka na téma: „Pájené a lepené vodivé spoje“ hodnotím stupněm **A - výborně** a doporučuji ji komisi k obhájení.



Ing. Lukáš Vaněk  
Rittal Czech s.r.o.