

Oponentní posudek bakalářské práce

Praha, 11.6.2019

Věc: Posudek bakalářské práce:
Jakub Slavata – „Elektricky vodivé spoje“

K posouzení mi byla předložena bakalářská práce rozdělená do 4 kapitol o celkovém rozsahu 73 stran, součástí práce je i soupis použité literatury a odkazy na elektronické zdroje, celkem 20 položek.

Zadání práce je rozděleno do 4 bodů, 3 teoretických a 1 praktického:

1. Uveďte a popište vlastnosti a materiály pájek a elektricky vodivých lepidel, které se používají pro vytváření elektricky vodivých spojů.
2. Popište technologie pro pájení a vodivé lepení.
3. Porovnejte pájené a lepené spoje z různých hledisek (např. z pohledu používaných technologií, vlastností atd.).
4. Vytvořte vzorky s pájenými a lepenými spoji s různými typy pájek a lepidel. Měřte a vyhodnoťte parametry vodivých spojů.

V prvních dvou kapitolách autor stručně rozebírá problematiku pájených spojů, zejména roli tavidel, materiály pájecích slitin a pájecích past. Následuje popis jednotlivých složek a používaných materiálů u lepených spojů.

Kapitola 2 rovněž podrobněji popisuje povrchové úpravy desek plošných spojů, na kterých kvalita spoje, ať už pájeného nebo lepeného, závisí téměř nejvíce. Jsou stručně popsány základní technologie jako OSP, HASL nebo ENIG, přičemž jsou vždy shrnuty základní výhody a nevýhody dané technologie.

V podkapitole 2.4 jsou pak rozebrány technologie pájení vlnou i přetavením, jako dvě nejvýznamnější metody zhotovení pájeného spoje. V závěru kapitoly 2 jsou pak shrnuty a porovnány klíčové vlastnosti pájených a lepených spojů.

Kapitola 3 je zaměřena na praktickou část práce, popis samotného experimentu, navazují použité typy materiálů, dokreslené několika fotografiemi. Dále velmi stručný popis vzorků pro experiment a aplikační a měřicí vybavení.

Autor zde uvedl i teoretická očekávání výsledku měření. V podkapitole 3.2 jsou pak shrnuty naměřené údaje pro jednotlivé typy vzorků. Podkapitola 3.3 pak srovnává naměřené veličiny a vlastnosti vzorků. Zde je poměrně výstižně vždy uveden údaj o velikosti naměřeného odporu, naměřená hodnota mezní síly a je přiložen obrázek vzorku. Na samotný závěr v podkapitole 3.4 je uvedeno poměrně rozsáhlé vyhodnocení změřených vlastností vzorků.

Kapitola 4 je pak zcela věnována samostatnému závěru práce a porovnání s teoretickými předpoklady.

Autor zde provedl stručný teoretický rozbor problematiky elektricky vodivých spojů, rozsah odpovídá tomuto typu práce, práce se věnuje všem zadaným úkolům, některým podrobněji, zadání bylo ale splněno v celém rozsahu. Formální úroveň zpracování je spíše průměrná.

K práci mám tyto připomínky:

- Některé podkapitoly jsou příliš stručné a členění několika řádků textu do samotné podkapitoly tím trochu ztrácí na významu.
- V podkapitole 2.4.1.2 je uvedeno slovo „předehřívák“, což není oficiálně používaný pojem, volil bych raději slovo „předehřev“
- Odsazení některých obrázků od textu je ne zcela vhodně provedené, zejména pokud je obrázek až na další stránce a před ním je půl stránky volného místa.
- Odsazení nadpisů v podkapitole 3.1.5 by mělo být učiněno přehledněji, téměř všechny nadpisy splývají s popisem obrázku nad ním umístěným.
- Některá slova jsou nevhodně skloňována, např. v podkapitole 3.1.5 v části „Trhačka“ je uvedeno ve 3. řádku „závislosti působené síly na čase“, zřejmě myšleno působící síly v závislosti na čase. Podobně v části „Horkovzdušná pec“ na str. 32, kde má být místo slova „k přirovnání“, zřejmě slovo „k porovnání“
- V obsahu podkapitoly 2.4 mi chybí jakákoliv zmínka o technologii spojování ve vztahu k elektricky vodivým lepidlům, celá podkapitola je zaměřena výhradně na pájení, přestože v názvu je zmínka o lepení, toto je z mého pohledu asi nejzásadnější chyba
(Pozn. oponenta: Jaké znáte technologické metody k realizaci lepených vodivých spojů? Prosím o zodpovězení této otázky při obhajobě práce.)
- Poněkud postrádám bližší popis způsobu měření mechanické odolnosti zhotovených spojů. Pokud bych nebyl blíže seznámen s funkcí použité trhačky, zřejmě bych z popisu ani nezjistil, v jaké ose probíhalo mechanické namáhání spoje na trhačce.
- Popis samotných vzorků pro měření v podkapitole 3.1.3 je podle mého názoru příliš stručný, přitom právě praktická část by měla být klíčovou částí celé BP.
- V podkapitole 3.1.4 se uvádí, že byly použity dva typy rezistorů, přestože jde o rezistory s nulovou hodnotou elektrického odporu, je zde uveden nenulový odpor a není vysvětlen důvod tohoto tvrzení. (Pozn. oponenta: Proč je odpor rezistorů nenulový? Prosím o zodpovězení této otázky při obhajobě práce.)
- V podkapitole 3.2.1 v jednotlivých tabulkách naměřených hodnot, by bylo vhodné uvádět jednotky měřené veličiny u každého sloupce, nikoliv rovnou v názvu tabulky, to působí zavádějícím dojmem, tabulky jsou navíc příliš těsně u sebe a splývají.

Na této práci naopak oceňuji, že v podkapitole 3.3 autor provedl ke každému typu měřeného vzorku zhodnocení dílčích výsledků a konfrontaci s teoretickým porovnáním výsledků.

Autor Jakub Slavata prokázal v této bakalářské práci schopnost rešerše odborné literatury a orientaci v problematice technologie elektricky vodivých spojů. Vytvořil a sestavil ucelený, byť někde zbytečně stručný a zjednodušený text. Uvedené připomínky k textu sice zásadním způsobem kvalitu práce nesnižují a jsou spíše formálního charakteru, přesto by ale práce působila profesionálnějším dojmem, pokud by se autor výše uvedených nedostatků vyvaroval. Moje připomínky by měly posloužit autorovi zejména jako podklad k tomu, čemu se v dalších případných pracích vyhnout a na co se více zaměřit.

Bakalářskou práci Jakuba Slavaty na téma: „Elektricky vodivé spoje“ hodnotím stupněm B – **velmi dobře** a doporučuji ji komisi k obhájení.

Ing. Lukáš Vaněk
Rittal Czech s.r.o.

