

Doc. Ing. Michael Lata, Ph.D.  
Univerzita Pardubice – Dopravní fakulta Jana Pernera  
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky  
Studentská 95  
532 10 Pardubice

### Recenzní posudek

diplomové práce pana **Bc. Petra Matějky**, absolventa TU v Pardubicích, katedry dopravních prostředků a diagnostiky, v akademickém roce 2016 - 2017

---

**Název práce: Hodnocení kombinovaných lepených spojů**

#### Posouzení práce:

Diplomová práce je zpracována na 72 stranách 3 hlavních kapitol, doplněna řadou příloh. Je zaměřena na problematiku pevnosti lepených spojů a jejich laboratornímu hodnocení. Diplomant přistoupil k zadané problematice velmi zodpovědně a v teoretické části podává informace o kategoriích ocelí a jejich kovových povlácích. Podrobně se pak rozepisuje o ocelích, které použil v experimentální části práce. Dále shrnuje informace o laboratorním zkoušení lepených spojů. K této kapitole mám následující připomínky či dotazy:

- V seznamu zkratk kombinuje české a anglické výrazy bez komentáře.
- V úvodu u povlaků Zn a ALSI není zmínka o vodíkové křehkosti.
- Vysokopevnostní ocele HSS, zejména BH se hojně využívají pro vnější panely karoserie. Nejenom tedy vnitřní díly, jak uvádí autor.
- Kap. 1.1.2.2. – přímá a nepřímá metoda se týká tváření a tepelného zpracování ocele, nikoli jenom změny vlastností ocele. Dnes již existují způsoby, jak zpracovávat při tváření kalitelné ocele s povlakem Zn.
- Kapitola 1.2.1. – povrchové zbarvení vrstvy AISi není závislé jenom na době jejího tepelného zpracování, ale i na atmosféře, ve které probíhá ohřev materiálu. Vysvětlit tabulku 5.
- Kapitola 1.2.2. – vysvětlit pojem „multifokální pájení“.

Experimentální část popisuje rozsáhlé laboratorní zkoušení slepených spojů v různých kombinacích plechů a metod. Protože diplomant použil i speciální ocel 22MnB5, musel ji pro zkoušky slepených spojů nejprve tepelně zpracovat. To je popsáno v kapitolách 2.1.1., 2. 3. a 2.7. Rozdělení těchto informací do různých kapitol nepovažuji za šťastné.

Diplomant postupoval v souladu s příslušnými normami.

Po formální stránce je třeba si položit otázku, proč uváděné tabulky podbarvoval. Ztrácí tím na čitelnosti.

Pevnostní zkoušky byly prováděny za nízkých a za vysokých rychlostí zatěžování spojů. Zejména zkoušky pevnosti ve smyku na 3 kombinacích lepených materiálů za nízkých a vysokých rychlostí zatěžování a vzájemné porovnávání a hodnocení výsledků považuji za nové a inspirativní.

K vzájemnému porovnávání výsledků zkoušky odlupováním dle ISO 11339 a zkoušky střížné pevnosti se stavím značně rezervovaně. Jako vhodnější bych doporučoval porovnávat ISO 11339 s ISO 11343. Zejména to platí pro vysoko pevnostní zakalené ocele, kde i autor

zjistil, že metodiku hodnocení dle ISO 11339 nelze vlastně použít, protože se nedosáhne ustálení odlupovací síly. Za každým experimentem je uvedeno vyhodnocení výsledků.

K experimentální části mám k diplomantovi následující otázky:

- Autor neuvádí, na kterém povrchu konkrétně došlo k delaminaci povrchové vrstvy. Prosím doplnit při obhajobě.
- Podle čeho usuzuje, že lepidlo s vyšší rázovou odolností bude mít i vyšší odlupovací sílu? Zjistil z literatury nebo z vlastního experimentu?
- Nemá na výsledky smykové pevnosti u povrchů AISi větší vliv rozdíl modulu pružnosti v tahu a tím i ve smyku u jednotlivých lepidel, než hypotéza smáčivosti povrchu lepidlem, kterou nedoložil?
- Prosím objasnit tvrzení z kapitoly 2.6.3.:
  - o „Vyšších hodnot dosahovaly kombinované lepené spoje, což je rozdíl proti statické zkoušce ve smyku, kde vyšší pevnosti dosahovaly vzorky homogenní z oceli 22MnB5. Příčinou je zpevnění oceli HX340LAD při rázové zkoušce, kde toto zpevnění bylo velmi výrazné. Důkazem toho je, že i při nejnižší naměřené rázové síle byla překročena mez pevnosti oceli HX340LAD a to o 200 MPa. Přesto k porušení plechů z této oceli nedošlo ani v jednom případě. Zato u plechů z oceli 22MnB5 ani při největší změřené rázové síle hodnoty napětí v plechu nedosahovaly meze kluzu této oceli“.

Závěrečná kapitola je pokusem o zhodnocení všech náročných experimentů. Autor se zaměřil na porovnávání dvou epoxidových lepidel. Přínos práce vidím však více v tom, že byly naznačeny postupy komplexnějšího hodnocení lepených spojů s kombinovanými druhy substrátů a ucelenější posuzování spojení kalených plechů s povlakem AISi. Bylo potvrzeno, že zkouška odlupem dle ISO 11339 není pro takové substráty vhodná. Bylo zjištěno, že při slepení plechů s povlakem AISi pevnostními epoxidy dochází při zatěžování smykem k delaminaci této vrstvy a to jak při nízké i vysoké rychlosti zatěžování. To je významný poznatek, ze kterého lze vyvodit, že takové spoje jsou v karoserii rizikové, nejsou-li kombinovány s jinými spojeními, např. bodovým svařováním. Taková to konstatování v práci postrádám.

Závěr:

Autor se zabýval praktickou problematikou. Práci zpracoval v souladu s jejím zadáním. Provedený experiment byl bezesporu velmi rozsáhlý. Získané výsledky poslouží k dalšímu zdokonalení metodiky zkoušení rázově namáhaných reálných lepených spojů vozidel. Zadání DP bylo splněno a proto

**doporučuji,**

aby pan Bc. Petr Matějka byl připuštěn k obhajobě své diplomové práce před státní zkušební komisí.

**Návrh klasifikace** diplomové práce diplomové práce pana **Bc. Petra Matějky**, absolventa TU v Pardubicích, katedry dopravních prostředků a diagnostiky, v akademickém roce 2016 - 2017

**Výborně minus (1,5)**

Ing. Lubomír Roleček

V Mladé Boleslavi dne 6.6.2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Roleček', written over the printed name and date.

