

## OPONENTNÍ POSUDEK DIPLOMOVÉ PRÁCE

Název práce: **Analýza vlivů na poškození laku karoserie od těsnění dveří**  
Student: **Bc. Ondřej Grulich**  
Vedoucí práce: **doc. Ing. Petr Tomek, Ph.D.**  
Oponent: **Ing. Petr Skála**

---

Úvodní teoretická část diplomové práce (kap. 2) shrnuje velmi detailně typy jednotlivých těsnění, jejich funkci na voze, montáž, materiálové složení, technologie výroby atd.. Příklady a popisy na obrázcích napomáhají pochopení jednotlivých principů. Student čerpal z mnoha zdrojů a získané informace poskládal do jednotlivých odstavců. Výsledkem je úplný a velmi povedený přehled důležitých informací o těsnících systémech automobilů.

Praktická část diplomové práce se nejprve věnuje simulacím profilu těsnění podběhu pomocí metody konečných prvků (kap. 4). K tomu bylo nutné získat nejdříve materiálové vlastnosti použitých EPDM směsí. Toto laboratorní měření bylo provedeno standartním postupem dle možností laboratoře. V praxi je nutné získané křivky zatížení ověřovat/upřesňovat z více výrobních dávek se zohledněním tolerancí vzorků i materiálového složení. Dále student připravil simulační modely a provedl výpočty MKP. Zcela správně bylo těsnění zkoumáno při různých tolerancích spáry, která se reálně může pohybovat až do hodnot +/-2mm bez zohlednění pohybu dveří. Oba zvolené simulační modely pro mikroporézní pryž (Mooney-Rivlin a Ogden) reálně popisují dynamické chování hadice profilu při zavření dveří i místa zatěžovaná tlakovou silou. Ovšem absolutní hodnoty síly/tlaku se ve výsledcích značně liší. Teprve po dalších analýzách se jeví jako výrazně přesnější model Mooney-Rivlin. To bylo ověřeno jak porovnáním s CLD hodnotami od dodavatele tak experimentem měření kontaktní síly od těsnění pomocí fólie Tekscan na přípravku.

Tomuto experimentu se věnuje další část práce (kap. 5). Použitý měřicí přípravek byl velice profesionálně navržen a realizován. Pomocí simulací přípravku bylo ověřeno, že deformace přípravku při zatížení neovlivní výsledek měření (to se dalo předpokládat vzhledem ke zvoleným materiálům a předpokládaným silám od těsnění). Snímače Tekscan se vyrábí ve více variantách. Student zvolil variantu s jemným rastem použitelnou dle výrobce pro malé síly. Snímač byl následně kalibrován. Výsledky bohužel ukazují jen velmi zjednodušený výstup z měření. Snímač není tak jemný aby dokázal zobrazit detaily průběhu příčné síly na malé měřící ploše. Navíc v oblasti kraje stojiny neměřil snímač u nominální spáry žádnou sílu. To ukazuje na malou rozlišovací schopnost snímače pro detailní analýzu příčného tlaku. Přes tyto nedostatky jsou výsledky experimentu a MKP (Mooney-Rivlin) porovnatelné.

S návrhy možných opatření (kap. 6) v principu souhlasím. Popsané návrhy teoreticky snižují riziko odření laku karoserie od těsnění. Některé jsou ovšem na voze obtížně realizovatelné např. ochrana proti vnikání nečistot.

Závěrem:

Diplomová práce je velmi zdařile zpracována. Provedení je na dobré úrovni, přehledné i logicky rozdělené do kapitol a odstavců. Formální stránka práce je bez připomínek.

Výsledek výpočtů MKP ukázal rozložení sil a potvrdil hlavní důvod poškození laku karoserie od těsnění a to je vysoký kontaktní tlak v určitém místě. Obecně výsledky simulačních metod u nelineárních materiálů typu EPDM je vždy nutné korelovat s reálnými díly. Přesnost výsledků se obvykle ani neblíží 100%. Proto hodnotím výsledky provedených simulací jako velmi dobré a po určitých korekcích použitelné v praxi. Vhodným výstupem simulace by bylo i video, které pojme celou šíři tolerance spáry. Fólie Tekscan nepotvrdila zcela očekávání jako srovnatelné metody k ověření výsledků simulací. K porovnání celkové síly od těsnění student mohl provést vlastní laboratorní měření tuhosti na reálných vzorcích místo použití hodnot od dodavatele.

Student si vybral pro detailní analýzu jeden z vlivů na poškození laku od těsnění . Mohl se věnovat i dalším vlivům. Ovšem rozsah práce je dostačující a zaměřený na hlavní příčinu pochopitelné.

Práce není v rozporu s normami nebo zákonnými předpisy. Práce sice nepřináší originální řešení, ale je možné ji využít jako základ pro další bádání v této oblasti. Navazovat mohou např. 3D simulace a simulační zkušební metody.

Otázky k obhajobě bakalářské práce:

1. Výsledky zvolených simulačních modelů vykazují velmi rozdílné hodnoty tlaku. Čím je to způsobeno? Jsou k dispozici i jiné výpočetní modely, které popisují chování nelineárních materiálů?
2. Proč výsledky MPK u menší spáry (vyššího zatížení) jsou více vzdálené od výsledku experimentu popř. měření tlakové tuhosti dodavatele, když u nominálu a velké spáry jsou výsledky srovnatelné?
3. Jedním z důležitých vlastností těsnících materiálů je trvalá deformace. Bylo by možné do simulací započítat i tento faktor? Jak se bude pak výsledek simulace lišit u nového těsnění a u již delší dobu používaného?

Hodnocení

Na základě prostudování práce a výše uvedených připomínek hodnotím diplomovou práci známkou:

**B (1,5)**

V ...Mladé Boleslavi..... dne ...4.8.2025.....

.....  
Ing. Petr Skála

Strana 2/2