

# OPONENTNÍ POSUDEK

*doktorské disertační práce*

**Ing. Lud'ka STRATILA**

## URČOVÁNÍ LOMOVĚ-MECHANICKÝCH CHARAKTERISTIK Z PODROZMĚRNÝCH ZKUŠEBNÍCH TĚLES

V Dobřanech dne 10. 6. 2014

Vypracoval : **doc. Ing. Jan Džugan, Ph.D.**

---

### 1.

K posouzení byla předložena disertační práce Ing. Lud'ka STRATILA, vypracovaná na Fakultě strojního inženýrství, VUT v Brně. Téma práce je zaměřeno na možnosti využití výsledků zkoušek lomové mechaniky materiálů na podrozměrných zkušebních tělesech s vyhodnocením postupu přepočtu výsledků mezi jednotlivými velikostmi zkušebních těles. Práce obsahuje 145 stran textu a je rozdělena do šesti kapitol. Disertant sepsal svoji práci v českém jazyce.

Hlavní cíl předkládané disertační práce je popsán a zdůvodněn v úvodní kapitole práce. Cílem je: hodnocení metod určování lomové houževnatosti z podrozměrného zkušebního tělesa pro třibodový ohyb typu PKLST a podrozměrného tělesa pro excentrické zatěžování MCT v oblasti horních prahových hodnot zvoleného experimentálního materiálu. Kromě tohoto hlavního cíle jsou v kapitole 3 uvedeny další dílčí cíle.

### 2. Aktuálnost tématu

V technické praxi se stále častěji řeší problémy prodlužování životnosti provozovaných konstrukcí a posuzování stavu jejich provozní degradace. K věrohodnému vyhodnocení aktuálního stavu a z toho vyplývající provozuschopnosti je nezbytné získávat informace o vlastnostech materiálů použitých v konstrukci v reálném provozu. Toto vyhodnocení je vhodné opřít o výsledky měření na miniaturních zkušebních tělesech z materiálu odebraného z reálných komponent. Problém v tomto případě může nastat s přenositelností naměřených výsledků na malých tělesech na tělesa standardních rozměrů, popřípadě na reálné dílo. Z těchto důvodů lze výběr tématu práce hodnotit jako velmi aktuální. Autor se zabývá vyhodnocením materiálového chování při zkouškách lomové houževnatosti tří geometrií pro třibodový ohyb a dvou pro vzorky zatěžované excentrickým tahem. V případě vzorků pro třibodový ohyb provádí též identifikaci parametrů tvárného porušení podle GTN modelu a řeší MKP simulaci těchto zkoušek za cílem nalezení způsobu pro přenos výsledků mezi jednotlivými sledovanými geometriemi.

### 3. Vyjádření, zda práce splnila vytyčený cíl

Hlavní i veškeré vedlejší cíle vytyčené v kapitole 3 byly v plné míře splněny.

### 4. Vyjádření k obsahu práce, postupu řešení, použitým metodám a výsledkům práce s uvedením konkrétního přínosu doktoranda

Práce má teoretickou popisnou část a část experimentální. Nejprve jsou v kapitole 2 popsány základní teoretické základy nezbytné pro následující experimentální část. Teoretická

část má odpovídající obsah vzhledem k řešené problematice. Poskytuje ucelený náhled na sledovanou problematiku. V této části práce je průběžně uváděna řada odkazů a citací, z nichž je patrné, že disertant provedl také širokou rešerši problematiky zejména v zahraniční literatuře. Autor práce využil více než 150 citací, což lze velmi kladně hodnotit.

Experimentální část práce začíná kapitolou 4. Autor se nejprve zabývá vysoce houževnatým materiálem Eurofer97. Pro tento materiál realizuje jednak základní zkoušky tahem pro stanovení zkušebních podmínek pro vyhodnocení lomové houževnatosti, následně realizuje zkoušky pro identifikaci parametrů pro GTN model. Zde je nutné vyzdvihnout, že pro identifikaci GTN parametrů byla provedena poměrně rozsáhlá metalografická analýza. Následně byly parametry použity pro MKP simulaci zkoušek lomové houževnatosti pro jednotlivé geometrie vzorků a byl hledán postup pro optimalizaci velikosti elementů sítě.

V případě experimentů na materiálu MA956 (ODS ocel) je rozsah práce významně menší než v případě prvního materiálu. Jedná se především o zkoušky dvou geometrií vzorků s tloušťkou 5 a 10mm. Vzhledem k chování materiálu vykazují výsledky velký rozptyl a z uvedených výsledků lze stěží stanovit trendy pro porovnání výsledků mezi jednotlivými velikostmi. Autor práce provedl analýzu mikrostruktury vykazující velkou míru mikrostrukturní heterogenity, vedoucí k výše uvedeným výsledkům.

Celkově lze konstatovat, že doktorand aplikoval odpovídající přístupy a využil moderní metody pro posouzení vlivu velikosti experimentálních vzorků na lomovou houževnatost. V dané oblasti je zajisté cenný každý nový výsledek a doktorand svým komplexním přístupem s využitím modelů tvárného porušení rozšířil poznatky a nastínil cesty pro další řešení této zajisté velmi významné problematiky.

## **5. Vyjádření k formální úpravě práce a k její jazykové úrovni**

Práce má velmi dobrou formální úpravu i jazykovou úroveň. Práce je pečlivě zpracovaná a obsahuje minimum formálních nedostatků.

## **6. Dotazy a připomínky**

K práci mám následující připomínky:

- V obsahu chybí úroveň nadpisů 3.
- V práci se vyskytuje značení 1T-3PB a 3PB 20x25, dle použití v textu se zřejmě jedná o jeden a tentýž vzorek, tudíž by mělo být použito jednotné značení.
- Značení rozměrů vzorků např.  $3 \times 4 \times 27 \text{mm}^3$  (str.48) je poněkud zavádějící. Vzhledem k tomu, že se jedná o lineární rozměry zkušebních těles a ne objem vzorku, není důvod pro užití mocniny u jednotek.. Toto značení se vyskytuje na mnoha místech práce.
- Obr. 52 - symboly v grafu neodpovídají legendě
- Obr. 75 – texty v obrázku ve španělštině
- Na obr. 89 je patrný široký rozptyl naměřených hodnot pomocí metody měření na více vzorky. Vzhledem k tomuto rozptylu lze těžko konstatovat, zda jsou výsledky blízké hodnotám vyhodnocením pomocí měření na jednom vzorku.

K práci mám následující dotazy:

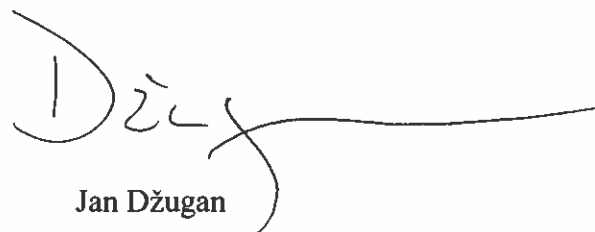
- Proč byl pro práci zvolen GTN model porušení a nebyly uvažovány jiné např. nesvázané modely?
- Lze použít grafy pro stanovení optimální velikosti prvků (obr. 65, 66 a 72) pro MKP simulace využívající jiné modely než GTN (např. Johnson-Cook, Bai-Wierzbicki...)?
- Na stranách 76-79 je hledána optimální velikost elementu v podstatě metodou pokus omyl pro daný materiál. Je autor schopen na základě výsledků práce doporučit obecně platnou proceduru pro vhodný návrh sítě (např. z velikosti plastické zóny...)?
- V případě oceli EUROFER97 byly použity pouze vzorky pro třibodový ohyb. Proč? Není uvažováno s provedením zkoušek a simulací na CT vzorcích?
- Proč nebyly provedeny MKP simulace také pro materiál MA956?

#### **7. Stanovisko k původnímu přínosu doktoranda a významu práce pro praxi a rozvoj vědního oboru**

Jedná se o původní práci, kde autor rozšířil znalost v oblasti přenosu naměřených hodnot lomové houževnatosti mezi vzorky různé velikosti v oblasti horních prahových hodnot. Jedná se o velmi aktuální problematiku a uvažované řešení je velmi zajímavé a prakticky realizovatelné. Z těchto důvodů lze hodnotit práci jako velmi prospěšnou pro rozvoj oboru.

#### **8. Závěrečné hodnocení**

Domnívám se, že předložená disertační práce **ing. L. Stratila splňuje všechna kritéria**, jak je vymezuje ustanovení § 47 odst. 4 zákona č. 111/1998 Sb., že disertační práce musí obsahovat původní výsledky a že výsledky práce musí být uveřejněné nebo přijaté k uveřejnění. Autor v práci uvádí široký výčet autorských i spoluautorských publikací souvisejících s řešeným tématem. Svou prací prokázal schopnost aplikace pokročilých inženýrských přístupů v praxi. Proto **doporučuji, aby v případě uspokojivých odpovědí na dotazy oponentů a úspěšné obhajoby mu byl přiznán titul Ph.D.**



Jan Džugan