

# Oponentní posudek disertační práce

Ústav: Středoevropský technologický institut VUT  
Student (ka): **Ing. Ondřej Krepl**

Akademický rok: **2017/2018**

Doktorský studijní program: **Pokročilé materiály a nanovědy**

Studijní odbor: **Pokročilé materiály**

Vedoucí disertační práce: **doc. Ing. Jan Klusák, Ph.D.**

Oponent disertační práce: **doc. Ing. Stanislav Seitl, Ph.D.**

Název pojednání práce: **Speciální problémy lomové mechaniky singulárních koncentrátorů napětí v kompozitních materiálech**

## **Aktuálnost tématu disertační práce:**

Existuje několik kritérií k popisu chování zobecněného singulárního koncentrátoru napětí a následné iniciace trhliny a jejího směru šíření, ale obecně je nutné zavést zjednodušující předpoklady. Autor práce se zabývá vybranými singulárními koncentrátorů za využití popisu jejich blízkého pole napětí s využitím multi-parametrového přístupu. Představuje modifikovaná kritéria pro úhel iniciace a podmínky růstu trhliny z uvedených singulárních koncentrátorů. S nárůstem používání kompozitních materiálů je téma disertační práce vysoce aktuální.

## **Splnění stanovených cílů:**

Disertant si stanovil za cíl s využitím multi-parametrové lomové mechaniky popsat chování ostrého vrubu a vrubu na bi-materiálovém rozhraní, popsat chování bi-materiálového spoje a popsat komplexně podmínky iniciace trhliny a směru šíření v blízkosti ostré inkluze.

Uvedené cíle byly splněny a doktorand se v Diskusi věnuje rozboru získaných výsledků na jednotlivých příkladech. Ty jsou pak ještě jednou shrnuty v Závěru.

## **Postup řešení problému a výsledky disertace:**

Disertační práce pana Ing. Krepla se zabývá obecnými singulárními koncentrátorů napětí a to zejména ostrým vrubem neboli V-vrubem, ostrým bi-materiálovým vrubem a ostrou materiálovou inkluzí. První část práce je věnována Kolosovova-Muschelišviliho teorie komplexních potenciálu rovinné pružnosti aplikovaná na problémy lomové mechaniky. Dále je diskutována lineární elastická lomová mechanika trhlin, V-vrubu, bi-materiálových vrubu a bi-materiálových spojů. V textu je uvedeno omezení

jednparametrové lomové mechaniky a výhody její multi-parametrového přístupu. Další část představuje metody pro určení nezbytných parametrů pro popsání pole napětí a posuvu v blízkosti obecného singulárního koncentrátoru napětí. Tyto parametry zahrnují vlastní číslo a zobecněný faktor intenzity napětí. Vlastní číslo je určeno jako řešení problému vlastních hodnot zatímco metody pro určení zobecněný faktor intenzity napětí tvoří -integrál a ODM metoda. Obě zmiňované metody jsou aplikovány na zde studované obecné singulární koncentrátoru napětí a vzájemně porovnány. Kritéria pro vznik trhliny v obecném singulárním koncentrátoru napětí jsou navržena.

V rámci numerických příkladů jsou předpovězeny směry iniciace trhliny a podmínky stability pro konkrétní problémy. Kritické síly pro V-vrub jsou předpovězeny pomocí třech uvedených kritérií a srovnány s experimentálními daty uvedenými v literatuře. V závěru práce jsou shrnuty způsoby iniciace a šíření trhliny v blízkosti ostré materiálové inkluze.

#### **Význam pro praxi nebo rozvoj vědního oboru:**

Singulární koncentrátor se v kompozitech vyskytují poměrně často. Jejich příkladem mohou být okraje ochranných vrstev, vrstvy vycházející na povrch vrstevnatých kompozitů, konce vláken ve vláknových kompozitech, ostré hrany kameniva nebo náhrady kameniva (např. keramický stěp, popílek, struska) v cementových kompozitech, nebo existují v betonu s vláknovou či drátkovou výztuhou. S využitím získaných znalostí lze zvýšit provozní spolehlivost nebo upřesnit životnost konstrukcí vyrobených z těchto materiálů a snížit případné riziko havárie.

Pozitivně je potřeba konstatovat, že výsledky jsou konkrétním výstupem dvou řešených grantových úloh GAČR 16-18702S a CEITEC 2020 (LQ1601).

#### **Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň:**

Disertační práce byla vypracována v rámci doktorského studia a obsahuje 5 kapitol na 113 stranách. Formální úprava práce má velmi dobrou úroveň (je vysázená v programu LaTeX) včetně grafického zpracování výsledků; stejně tak jazyková úroveň je velmi dobrá včetně terminologické správnosti příslušného vědního oboru, pár drobných překlepů, které jsem našel, nesnižují celkově výbornou úroveň práce:

- Palne místo plane, Williams's versus Williams' versus Williams
- Nejednoznačnost označení pro Poissonovo číslo (Označuje se řeckým písmenem  $\mu$  (v některých zdrojích  $\nu$ ), v disertaci jsou použity oba druhy označení.
- Občas chybí tečka čárka za rovnicí, viz např. (14), (17)
- V popisku Obr. 59 není jasné pro jaký poměr Youngových modulů je příklad uveden
- V tabulce 30, člen mocninné řady číslo 6, by měl mít i imaginární složku

#### **Zda dizertační práce splňuje podmínky uvedené v § 47 odst. 4 zákona: ANO**

(4) Studium se řádně ukončuje státní doktorskou zkouškou a obhajobou disertační práce, kterými se prokazuje schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu nebo vývoje nebo k samostatné teoretické a tvůrčí umělecké činnosti. Disertační práce musí obsahovat původní a uveřejněné výsledky nebo výsledky přijaté k uveřejnění.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> § 10 zákona č. 35/1965 Sb., o dílech literárních, vědeckých a uměleckých (autorský zákon).

**Připomínky a dotazy:**

Prahová hodnota součinitele intenzity napětí závisí na rozkmitu napětí a autor uvádí platnost pouze pro parametr asymetrie cyklu  $R=0$ , proč toto omezení? (viz str. 14)

**Celkové zhodnocení disertační práce:**

Ing. Ondřej Krepl předložil práci, která je soustředěná na v současnosti velmi exponovanou oblast možných ostrých rozhraní v kompozitních materiálech. Cíle, které byly vytýčeny, byly splněny. Předložené postupy řešení (zejména multi-parametrový přístup) jsou podnětné pro další podobné studie. Disertant prokázal vysokou teoretickou erudici a velmi dobrý přehled a orientaci ve sledované problematice.

**Student prokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.**

Disertační práci Ing. Ondřeje Krepla **doporučuji/nedoporučuji** k obhajobě pro udělení akademického titulu "doktor" (Ph.D.).

V...Brně..... dne...8.3.2018



doc. Ing. Stanislav Seitl, Ph.D.