

**Proděkan pro VVČ**

prof. Ing. Tomáš JIROUT, Ph.D.

Fakulta strojní

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

166 07 Praha 6, Technická 4

datum: 17.5.2021

č.j.: 429/1291/O/2021

**Posudek disertační práce Ing. Jaromíra Fumfery s názvem**

**FENOMENOLOGICKÉ MODELOVÁNÍ CYKlickÉHO ZPEVNĚNÍ MATERIÁLU ZÁVISLÉHO NA HLADINĚ ZATÍŽENÍ**

Autor posudku: prof. Ing. Radim HALAMA, Ph.D.

**Aktuálnost tématu**

Předložená disertační práce se věnuje vývoji fenomenologického modelu pro materiály vykazující cyklické zpevnění silně závislé na amplitudě deformace. Téma disertační práce je technickou praxí žádané, vzešlo z řešeného projektu TAČR. Doktorand se zaměřil, v souladu s výše zmiňovaným projektem, na vývoj modelu cyklické plasticity vhodného pro nerezovou ocel 08Ch18N10T velmi používanou v jaderných elektrárnách typu VVER. Výsledky disertační práce jsou tedy přímo aplikovatelné v energetice.

**Úroveň rozboru současného stavu řešené problematiky**

Rozbor současného stavu řešené problematiky je proveden v souladu se stanovenými cíli disertační práce a je citováno odpovídající množství pramenů, zejména časopiseckých článků, konferenčních příspěvků a doktorských prací. Stať 2.2 není však koncipována příliš šťastně, neboť velká část textu je uvedena formou citace z článku [A1].

**Teoretický přínos**

Významný teoretický přínos disertační práce spatřuji zejména:

- v návrhu modifikace modelu cyklické plasticity zakládajícího se na Chabocheově kinematickém pravidle zpevnění s paměťovou plochou pro ocel 08Ch18N10T (nelineární funkce pro izotropní zpevnění, úprava pro torzi a ošetření limitních hodnot velikosti paměťové plochy)
- návrh kalibračního postupu výše uvedeného materiálového modelu pro podmínky deformačně řízené zkoušky s nulovou hodnotou střední deformace
- implementace do konečnoprvkového programu Abaqus

Hlavní výsledky z výzkumu provedeného v rámci řešení disertační práce byly průběžně publikovány v impaktovaných vědeckých časopisech, čímž je mimo jiné potvrzena novost a prokázáno akceptování autorovy práce vědeckou komunitou.

### Praktický přínos

Disertační práce má velký význam pro technickou praxi zejména v oblasti predikce životnosti při nízkocyklové únavě na bázi numerických elastoplastických výpočtů. Navržený fenomenologický přístup si zachovává některé vlastnosti Chabocheova modelu, proto by mohl být snadněji akceptován výpočtářskou komunitou. V práci byla navržena nová metodika kalibrace jak originálního modelu, tak modifikovaného.

### Vhodnost použitých metod řešení a způsob aplikace metod

Autor použil osvědčené experimentální a numerické metody, které považuji za správně zvolené k řešení dané problematiky. Měl jsem tu možnost s uchazečem spolupracovat na dvou publikacích. Již po dvou konzultacích provedl implementaci originálního modelu a následně jej aplikoval na vlastní experimentální data. Navržené modifikace jsou jeho vlastním přínosem.

### Formální úroveň práce

Práce byla vypracována pečlivě po grafické stránce. Z formálního hlediska lze však upozornit na nedostatky, které nikterak nesnižují význam předložené disertační práce:

- Str. 4 – rovnice (2.3) by měla být zapsána také pomocí symbolu kontrakce (:)
- Str. 5 - rovnice (2.7) platí jen pro tenzor napjatosti, jenž je přímo deviatorem, analogie s rov. (2.9)
- Str. 6 - v rovnici (2.12) chybí na konci proměnná  $Y$
- Str. 7 - odkaz na neexistující obrázek Fig. 2.1.4
- Str. 12 - disproportionate loading – používá se pojem non-proportional loading
- Str. 15 – bylo by vhodné podotknout, že vztah (2.37) platí jen pro „širokou“ stabilizovanou hysterezní smyčku.
- Str. 25 – v rovnici (6.1) patří  $3/2$  místo  $2/3$
- Str. 26 – v rovnici (6.6) je použito „ $M$ “, dříve „ $m$ “
- Str. 28 – chyba ve znaménku v rovnici (6.14):  $d\varphi_{cyc} = \omega(R_M)(\varphi_\infty + \varphi_{cyc}(p, R_M))dp$ ,  
V závorce má být mínus, tzn.  $d\varphi_{cyc} = \omega(R_M)(\varphi_\infty - \varphi_{cyc}(p, R_M))dp$ , bohužel je stejná chyba také v článku [A1], v kódu disertace je však rovnice správně, totéž se opakuje na str. 32 v rovnici (6.34)
- Nadpis 6.3.3 - překlep „haredning“
- Str. 69 – u citace [27] - „roceedings“

### **Dotazy na autora práce**

Jak byla měřena deformace u vzorků s eliptickým tvarem a z jaké studie vyšel jeho návrh?

Vyazuje ocel 08Ch18N10T přídatně zpevnění při neproporcionálním namáhání? Pokud ano, jak by se mohl model upravit pro zachycení tohoto efektu.

Testoval uchazeč možnost simulace ratchetingu navrženým modelem?

### **Prokázání odpovídajících znalostí v oboru**

Doktorand prokázal potřebné znalosti a dovednosti v oboru Aplikovaná mechanika. Publikačně je aktivní. Stanovené cíle disertační práce byly splněny v celém rozsahu. Předložená disertační práce má dle mého názoru potřebnou odbornou úroveň, přináší nové poznatky pro obor, které mohou být úspěšně uplatněny v technické praxi.

### **Závěrečné vyjádření oponenta**

Vzhledem ke všem výše uvedeným skutečnostem práci doporučuji k obhajobě a po úspěšné prezentaci Ing. Jaromíra Fumfery před komisí také udělení titulu Ph.D.

V Ostravě dne 17.5.2021.

S pozdravem

**prof. Ing. Radim Halama, Ph.D.**

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra aplikované mechaniky 330