

Posudek disertační práce

Uchazeč Mgr. Kirill Golubiatnikov

Název disertační práce Únavová životnost svařovaných styčnicků metodou konečných prvků s komponentami

Studijní program Studijní program Pozemní stavby

Studijní obor

Školitel prof. Ing. František Wald, CSc.

Oponent doc. Ing. Rudolf Ároch, PhD.

e-mail rudolf.aroch@stuba.sk

Aktuálnost tématu disertační práce

komentář: Problematike únavovej životnosti zváraných styčnickov je medzi výskumníkmi v oblasti ocelových konštrukcií stále venovaná veľká pozornosť. Čo najpresnejší odhad únavovej životnosti dynamicky namáhaných konštrukcií má nemalý ekonomický prínos. Zvolená téma práce je aktuálna, zaoberá sa vyšetrením najčastejších detailov zváraných uzlov. Aktuálnosť témy dokladá aj skutočnosť, že do pripravovanej novej generácie európskych noriem pre navrhovanie ocelových konštrukcií do časti venovanej posúdeniu na únavu sa v súčasnosti dostávajú dosť podstatné zmeny a upresnenia odzrkadľujúce najnovšie poznatky medzinárodného výskumu.

vynikajúci nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Splnění cílů disertační práce

komentář: Cieľom práce bolo spresnenie stanovenia únavovej životnosti zváraných ocelových styčnickov zdokonalením ich výpočtu metódou konečných prvkov s využitím škrupinových prvkov. Práca sa zamerala najmä na tzv. hot-spot metódu, ktorú spresnila strojovým učením na experimentálnych výsledkoch, jednak vlastných a tiež zozbieraných z dostupných svetových zdrojov. Výsledky tiež rozšírila o početné numerické simulácie.

Jedným z cieľov práce bolo overenie závislosti medzi únavovou kategóriou detailu spoja a pevnostnou triedou ocele. Práca navrhla tiež vhodné numerické modely a spresňujúce súčinitele pre používanie siedmich odporúčaných metód modelovania zvaru. Zamerala sa na vyšetrenie vplyvu stredných napätí na únavovú životnosť. Parametrická štúdia sa zamerala na vplyv súčiniteľov, ktorých veľkosť sa spresnila pomocou regresnej analýzy a strojovým učením.

Práca tak splnila vytýčené ciele, ktoré sú aktuálne z hľadiska praxe a súčasných poznatkov vedy.

vynikajúci nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Metody a postupy řešení

komentář: Práca obsahuje experimentálnu časť vyšetrenia únavovej životnosti zváraných styčnickov namáhaných ohybom. Výsledky boli spracované regresnou analýzou. Experimenty ostatných typov styčnickov boli prebraté z dostupných zdrojov a z literatúry.

Hlavným ťažiskom práce je numerická časť. Na výpočet sa používa numerická analýza metódou konečných prvkov. Na experimentálne dáta boli najprv nakalibrované modely využívajúce

objemové konečné prvky (validované na nominálne napätia). Následne bolo vytvorených 7 škrupinových modelov s rôznym modelovaním vplyvu tuhosti zvarov. Tieto škrupinové modely boli verifikované na objemových modeloch. Na tomto základe boli navrhnuté spresňujúce súčinitele pre styčníky rôznej geometrie.

Na výpočet rozkmitu napätí sa použila metóda hot-spot napätia. Táto metóda sa spresnila pomocou strojového učenia na experimentálnych výsledkoch, aby sa zlepšil numerický odhad únavovej životnosti styčníka.

Metódy riešenia problému považujem za správne, zodpovedajúce požiadavkám kladeným na doktorskú dizertačnú prácu.

vynikajúci nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář: Hlavnými přínosmi práce je:

Overenie predpokladu závislosti kriviek únavovej pevnosti na pevnostnej triede ocele.

Prehľad a použitie rôznych spôsobov uváženia tuhosti zvaru v škrupinových modeloch styčníkov. Návrh vhodných škrupinových modelov. Potvrdenie výhod použitia jemnejšej siete delenia konečných prvkov. Ohýbané styčníky majú dobrú zhodu medzi objemovým a škrupinovými modelmi (okrem modelu so šikmým plechom modelujúcim zvar). Ťahané styčníky však vykazujú veľké nepresnosti v extrapolačnom bode bližšom k miestu vzniku trhliny. Preto bola do práce zahrnutá parametrická štúdia na spresnenie parametrov vstupujúcich do výpočtu.

Optimalizácia únavovej životnosti (spresnenie výpočtu) sa vykonala voľbou kriviek únavovej pevnosti v závislosti od pevnostnej triedy ocele (tzv. stupňovaním) a zahrnutím vplyvu stredných napätí (použitím modifikácie rozkmitu napätia alebo kategórie detailu).

V prípade ohýbaných styčníkov sa presnejšie riešenie môže dosiahnuť modifikáciou únavovej kategórie pomocou Bagciovho vzťahu spolu so stupňovaním krivky únavovej pevnosti podľa návrhu IIW – International Institute of Welding.

Ťahané styčníky sa však od predpokladaného odlišne správali. Na riešenie aproximačných vzťahov sa preto využilo tzv. strojové učenie. Hodnoty sa rozdelili na minimálny a tzv. najpravdepodobnejší nestranný odhad únavovej životnosti. Ako parametre s najväčším vplyvom na únavovú životnosť sa stanovili: pomer namáhania R a hrúbka ťahaného plechu. V práci sú stanovené okrajové podmienky a medze platnosti použitia použitej pokročilejšej metódy.

Potvrdilo sa, že styčníky sú veľmi citlivé na kombináciu materiálov základného materiálu a elektródy. Legujúce zložky ovplyvňujú ťažnosť a únavovú životnosť.

Aplikácia navrhnutých postupov je uvedená vo forme vzorových príkladov v Prílohe D.

vynikajúci nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář: Prácu považujem za podnetnú, vhodnú pre využitie jej výsledkov v praxi. Zároveň môže slúžiť aj ako východisko k ďalšej vedecko-výskumnej činnosti.

vynikajúci nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář: Dizertačná práca je zostavená pomerne prehľadne a všetky jej časti sú na veľmi dobrej grafickej úrovni. V práci je iba zanedbateľné množstvo preklepov. Niektoré formulácie sú mierne nepresné a niekedy sa vyskytuje aj nesprávna čeština.

vynikajúci nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Vyjádření k dodržení citační etiky

Práce používá značné množství zahraničních zdrojů, které sú v celej práci veľmi dôsledne citované.

Připomínky

K práci mám tieto pripomienky, resp. otázky:

1. Používa sa nejednotná, príp. nepresná terminológia – napr.:

Hot Spot Stress method = metoda extrapolovaných jmenovitých napětí (v časti Abstrakt), Metoda ohnisek napětí (v časti Termíny)

Stress Magnification Factor = Zvětšovací součinitel nedokonalosti (v časti Termíny)

Reduction factor=Součinitel různých faktorů (v časti Termíny)

2. Nie je jasné ako boli zaťažované autorom experimentálne skúmané vzorky? (Šmykom a ohybom z roviny T profilu s rôznou frekvenciou (2-10 Hz) – (str.24). Hodil by sa obrázok, prípadne podrobnejší popis. Tiež nie je jasné aký pomer/pomery namáhania R boli použité. V Tab A.1 (str.59) je uvedený len „Priemerný pomer namáhania R“.

3. V Tab. B2 až B5 – chýba vysvetlenie Kombinácií zaťaženi – a, b, c, d, e

4. Chýba označenie numerických škrupinových modelov (napr. čo je model 3a?)

5. prEN 1993-1-14 predpisuje modelovanie aj zvaru v škrupinových modeloch pre stanovenie únavovej životnosti pre miesta typu (a) v metóde hot-spot napätí. Predpísali by ste to tiež pre miesta typu (b)? Dávalo použitie škrupinového modelu bez uváženia zvarov (tuhý spoj na Obr. 29b) vždy nesprávne napätia?

6. Vznikli v prebraných experimentoch trhliny vždy v úpäti zvaru? Nevznikli tiež v koreni? Ako by dizertant postupoval pri overovaní životnosti v takomto prípade?

7. Podľa názvu práce sa používa metóda konečných prvkov s komponentami. Aké „komponenty“ ste v práci použili?

Závěrečné zhodnocení disertace

Záverom je možné konštatovať, že autor preukázal spôsobilosť pre tvorivú vedeckú prácu, má potrebné teoretické vedomosti a priniesol niekoľko nových poznatkov do problematiky únavovej životnosti zvarovaných styčnikov. Tým splnil požadované podmienky, a preto odporúčam po úspešnej obhajobe udeliť Mgr. Kirillovi Golubiatnikovi príslušný vedecko-akademický titul

„philosophiae doctor – PhD.“

Doporučuji po úspěšné obhajobě disertační práce udělení titulu Ph.D.

ano

ne

Datum: 29.1.2024

Podpis oponenta: