

OPONENTNÍ POSUDEK

na disertační práci Ing. Miloslava Kepky

„Degradace mechanických vlastností cyklicky zatěžovaných materiálů a konstrukčních uzlů“

Předložená disertační práce se zabývá tématem únavy konstrukčních materiálů. Jde o stále aktuální a celospolečensky významný problém, neboť tento degradační proces způsobuje naší tuzemské ekonomice každoročně škody ve výši nejméně 100 mld Kč. Únavová životnost, na kterou je práce zaměřena, je jednou z nejdůležitějších a nejsledovanějších charakteristik konstrukčních komponent a uzlů, vystavených za provozu časově proměnnému zatěžování.

Hlavním záměrem práce bylo vytvoření metodických podkladů pro posuzování únavové životnosti svařovaných komponent v průmyslové praxi. Zaměření na svařence lze vzhledem ke stále se vyskytujícím problémům s kvalitou svarových spojů rovněž považovat za velmi aktuální. Výrazným znakem únavového procesu je jeho stochastický charakter, který je dán synergií více či méně náhodného charakteru zatěžování, heterogenní struktury běžných konstrukčních materiálů a rozptylu charakteristik povrchu v důsledku předchozích technologických procesů či provozních podmínek apod. Disertantův pravděpodobnostní přístup k řešení dané problematiky lze tudíž považovat za zcela adekvátní.

V úvodu práce byly vytčeny tři cíle:

- 1) Zabývat se posuzováním provozní únavové životnosti svařovaných uzlů. Zaměřit se přitom na jejich vysokocyklovou únavou a filosofii posuzování safe-life (bezpečný únavový život).
2. Při posuzování provozní únavové životnosti konstrukčních uzlů zohlednit:
 - a) náhodný charakter jejich provozního zatížení,
 - b) rozptyl jejich únavových vlastností.
3. Transformovat teoretické poznatky základního výzkumu ze zkoumané oblasti do světa aplikovaného výzkumu a průmyslového vývoje, prověřit a ukázat jejich praktickou využitelnost v inženýrských aplikacích.

První dva cíle, zaměřené na vymezení výzkumných aktivit a přístup k řešení dané problematiky, lze považovat za splněné - týkají se plánovaných VaV činností, nikoliv očekávaných výsledků těchto činností, které disertant nepochybně realizoval. Skutečné těžiště a největší přínos práce tak spočívá v plnění 3. cíle, jehož dosažení je doloženo výsledky řešení konkrétních případových studií.

Teoretická část práce rešeršního charakteru je kvalitně zpracovaná, obsahuje četné odkazy na relevantní literaturu a může být sama o sobě cenným přínosem jak pro výzkumné pracovníky a inženýry v průmyslové praxi, tak i pro studenty vyšších ročníků a doktorandy na technických univerzitách.

Vlastní přínos disertanta lze spatřovat zejména ve 3. kapitole, shrnující výsledky řešení 5 případových studií, jejichž společným znakem je studium únavového namáhání svařovaných konstrukčních částí silničních vozidel hromadné přepravy. Dosažené výsledky jsou cenným přínosem jak pro výrobce této techniky, tak i pro její uživatele. Přestože se jedná o řešení

konkrétních problémů inženýrské praxe, lze konstatovat přínos práce i v obecnější rovině. Presentovaný přístup může být příkladem a inspirací pro řešení obdobných problémů i v jiných odvětvích strojírenského průmyslu, kde je třeba řešit otázky životnosti a spolehlivosti konstrukčních uzlů, vystavených za provozu časově proměnnému zatěžování náhodného charakteru. Fyzikální podstata únavového procesu je založena na počtu aplikovaných cyklů. V praxi se však zejména u dopravních prostředků používají i jiné časově vázané charakteristiky, např. čas v hodinách, počet ujetých kilometrů, počet letů, počet letových hodin apod. Lze ocenit, že i tuto skutečnost, důležitou pro vazbu a přechod mezi teorií a průmyslovou praxí, vzal disertant v presentovaných případových studiích v úvahu.

Disertační práce je zpracována přehledně a systematicky, její formální úprava je na velmi dobré úrovni. Přesto lze uvést pár následujících připomínek:

- a) Pravopisná chyba na s. 3: „Cíle předložené disertační práce, tak jak vyplynuli...“.
- b) V seznamu symbolů (tj. Nomenklatuře uvedené na s. 11 a 12) je obvyklé u symbolů jednotlivých veličin uvádět i jejich fyzikální rozměry.
- c) Odkazy na literární prameny uvedené v kapitole 5 Citovaná literatura na s. 74 až 77 nejsou po formální stránce v souladu s příslušnou normou ČSN ISO 690 a navíc jejich forma ani není jednotná.

Ve své disertační práci se doktorand zaměřil na konstrukční filosofii typu safe-life. U řady konstrukčních částí však nelze z technologicko-ekonomických důvodů zabránit přítomnosti drobných trhlin či jiných ostrých defektů, které mohou etapu iniciace únavových trhlin výrazně zkrátit. Dle mého názoru by bylo užitečné se v práci daného typu alespoň zmínit o konstrukční filosofii typu fail-safe, která je schopna tuto skutečnost vzít v úvahu a predikovat únavový život konstrukce na základě maximální přípustné velikosti rostoucí trhliny.

Z přehledu celkové publikační činnosti doktoranda, který je uveden na s. 78 až 82, je zřejmá značná vědecko-výzkumná aktivita disertanta a jeho aktivní zapojení do řešení aktuálních problémů průmyslové praxe. Seznam obsahuje celkem 68 odkazů na výstupy, na kterých se jako spoluautor podílel. Jde o 10 článků v odborných časopisech (v některých případech se jedná o renomované impaktované časopisy), 18 příspěvků převážně na prestižních zahraničních konferencích, 32 výzkumných zpráv, 5 funkčních vzorků a 3 ověřené technologie. Některé z uvedených publikací již vyvolaly zájem mezinárodní odborné veřejnosti, o čemž svědčí jejich citace doložené na databázích Web of Science či Scopus.

Lze konstatovat, že předložená disertační práce, zaměřená v souladu s § 47 zákona č. 111/1998 Sb. na vědecké bádání a samostatnou tvůrčí činnost v oblasti výzkumu nebo vývoje, splňuje všechny požadavky kladené na kvalifikační práce tohoto druhu.

Doporučuji, aby disertační práce byla přijata k obhajobě.

Praha, 12.10.2021


prof. Ing. Jiří Kunz, CSc.

Oponentní posudek k obhajobě disertační práce

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta strojní

Jméno: Ing. Miloslav Kepka

Název: Degradace mechanických vlastností cyklicky zatěžovaných materiálů a konstrukčních uzlů

Fakulta: Strojní

Studijní program: N2031 Strojní inženýrství

Studijní obor: 3911V016 Materiálové inženýrství a strojírenská metalurgie

Školitel: prof. Ing. Václav Mentl, CSc.

Oponent: doc. Ing. Vladimír Chmelko, PhD.
Slovenská technická univerzita v Bratislave, Strojnícka fakulta

Zhodnocení významu pro odbor

Metodika posudzovania únavovej životnosti je aktuálny problém každého výrobcu dopravných prostriedkov (na túto oblasť je práca zameraná), ale aj výrobcov v oblasti energetiky, stavebných strojov a širokej škály spotrebnej techniky. Oblasť posudzovania únavovej životnosti konštrukcií je vysoko frekventovaná na celosvetových kongresoch a konferenciách čo svedčí o jej aktuálnosti. Na týchto kongresoch a konferenciách má pravidelné zastúpenie FS ZČÚ často v osobe dizertanta prípadne a ďalších autorov z RTI.

Pre odbor sú cenné najmä experimentálne údaje získané priamym meraním na konštrukciách popísaných v prípadových štúdiách resp. cyklickými skúškami vzoriek materiálov a konštrukčných uzlov.

Vyjádrení k postupu řešeného problému, k použitým metodám, ke splnění stanovených cílů

Problematika hodnotenia únavovej životnosti je široká a interdisciplinárna téma. Autor zvolil postup vo forme prehľadu hlavných krokov používaných pri hodnotení únavovej životnosti a 4-

och prípadových štúdií s rozsiahlym experimentálnym programom. V námetoch na ďalšie riešenie pridal piatu štúdiu, ktorá už presahuje rámec práce. Zvolený postup je prehľadný a na prípadových štúdiách je prezentovaný prínos práce, ktorým je aplikácia pravdepodobnostného prístupu k hodnoteniu únavovej životnosti a použitie resp. zostavenie záťažových spektier pre trolejbus a mestský autobus a ich posudzované komponenty. Prínosným prvkom sú prehľadové obrázky ako 12, 19, 24, ...ktorými v spolupráci s literárnymi odkazmi ušetril čitateľa od dlhých popisných statí alebo prípadných teoretických odvodzovaní. Tento postup dokumentuje široký prehľad autora v riešenej problematike.

Cieľ práce si autor vytýčil „rozvoj aplikácií pravdepodobnostného prístupu pri posudzovaní únavovej životnosti konštrukcií v oblasti vysokocyklovej únavy“. Všetky prípadové štúdie tento cieľ napĺňajú a aplikačne tento pravdepodobnostný prístup rozvíjajú.

Stanovisko k výsledkum disertační práce a původního přínosu

Štatistický prístup k hodnoteniu únavovej životnosti konštrukcii je vo vedeckej obci považovaný za vhodný spôsob zohľadnenia náhodnosti povahy únavových procesov. Autor sa venoval výhradne zaťažovacím procesom náhodného charakteru a konštrukčným uzlom so zvarovými spojmi. Medzi cenné a využiteľné výsledky práce určite patria všetky únavové krivky vzoriek materiálov (prípadová štúdia 1 a 5) a zvarových uzlov (prípadové štúdie 2, 3, 4) získaných experimentálne a tiež ich priame porovnanie s normatívnymi krivkami uvádzaným v FKM a BS. Za priamy prínos autora je možné považovať metodiku stanovenia reprezentatívnej prevádzky mestského autobusu a trolejbusu a ich transformáciu do formy záťažových spektier a tiež experimentálno-výpočtové overenie hladiny amplitúd napätí pod konvenčnou medzou únavy, ktoré je potrebné do hodnotenia únavovej životnosti zahrňovať. Cenné sú aj prvé experimentálne výsledky pre správne nastavenie hodnoty scale faktoru v programe n-code pri posudzovaní prevádzkovej únavovej životnosti konštrukcií v hromadnej doprave a experimentálne potvrdenie kompenzácie fyzikálnej nedostatočnosti lineárneho Palmgren - Minerovho pravidla kumulácie únavového poškodenia prístupom navrhnutým Haibachom.

Publikační činnost doktoranda

27 publikačných výstupov v databázach WOS a Scopus, z toho 3 v kvartile Q1 a H-index 4 je publikačná činnosť spĺňajúca kritéria na habilitáciu. Ak je to možné v rámci FS ZČU odporúčam zapojiť dizertanta do pedagogickej činnosti a využiť tak jeho potenciál aj v akreditácií študijných programov.

Poznámky, připomínky

V prípadových štúdiách bola použitá filtrácia nameraných záznamov napätia pred extrakciou cyklov pomocou metódy rain flow. Výsledky ukazujú, že parametre filtrácie boli nastavené správne – je však potrebné ich uviesť. Celkovo použitie filtrácie na signály získané z tenzometrických snímačov je treba citlivo zvážiť aj vzhľadom na fakt, že z fyzikálnej podstaty metódy nemôže tezometer namerať vyššiu hodnotu, pokiaľ je správne kompenzovaný a zapojený.

V práci je používaná rain flow metóda, ktorá má viacero podôb – bolo by vhodné uviesť literárny zdroj použitého algoritmu.

Pri použití logaritmickkej mierky je potrebné na osiach použiť jemnejšie delenie – napr. zvislá os

na obr. 40.

Otázky:

Str.21 – ako bol použitý Hailbachov prístup vo vzťahu (1)?

Str.38 v rovnici (14) je prvý člen v rovnici označený ako „imaginární hookovské napětí“ – môže mať aj fyzikálnu interpretáciu?

Str. 41 – ako sa aplikuje tzv. scale faktor v n-Code: násobia sa ním amplitúdy procesu po aplikácii metódy rain flow alebo špičky nameraného priebehu napätia, ...

Prípadová štúdia 2 – aká je citlivosť výpočtu únavovej životnosti na odchýlku exponentu s od hodnoty 1?

Po zodpovedení položených otázok a na základe predloženej disertačnej práce ji dle zákona č.111/1998 Sb. §47 doporučuji k obhajobě.

Posudok bol vypracovaný na základe pokynu predsedu oborovej rady prof. Dr. Ing. Antonína Kříže, ktorý mi bol listom doručený 10.9.2021.

V Bratislave, 04.10.2021



doc. Ing. Vladimír Chmelko, PhD.
oponent