

Oponentní posudek disertační doktorské práce

Ing. Miroslava Švrčka

„Spolehlivost reaktoru VVER 1000 s ohledem na poškození vlivem nízkocyklové únavy“

Předložená práce, vypracovaná na školícím pracovišti – Katedře mechaniky Fakulty Aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni pod vedením školitele Prof. Ing. Vladimíra Zemana, DrSc., je předkládána k obhajobě ve vědním oboru Aplikovaná mechanika. Práce o celkovém rozsahu 183 číslovaných stran svým zaměřením i náplní odpovídá plně tomuto zaměření. Posouzení bylo provedeno podle čl. 107 Studijního a zkušebního řádu ZČU

a) Výběr tématu a jeho zaměření považuji za vysoce závažný, protože vychází z aktuálních požadavků technické praxe i ekonomických nároků na prodloužení provozovaných zařízení. Spolehlivost a dosahovaná životnost jaderně energetických zdrojů dává reálný výhled na prodloužení jejich stávající provozuschopnosti. To ale předpokládá v celé řadě případů přehodnocení degradačních mechanismů na základě postupných upřesnění. Předložená práce se zabývá vlivem jednoho z nich - nízkocyklovou únavou. To odpovídá současným požadavkům na vytvoření nástrojů, pomocí nichž bude umožněna prognóza průběhu únavového poškození, nejen jak je v práci uvedeno vybraných částí reaktorové nádoby VVER 1000, ale i obecně další konstrukcí. Proto je možno považovat předloženou práci za velice přínosnou.

b) Předložená práce shrnuje hodnocení únavového poškození v důsledku provozu jaderně energetických zařízení podle pěti celosvětově užívaných normativů a obecných teorií únavového poškození. Na základě tohoto rozboru byla pak vytvořena počítačová aplikace pro účely hodnocení komponent jaderných reaktorů jak v České republice, tak i v zahraničí – na Ukrajině. Vzhledem k časovým i ekonomickým nárokům celá řada experimentů z oblasti únavy a životnosti je dnes nahrazována, stejně jako v jiných odborech, numerickým modelováním. V tomto smyslu vyznívá také předložená doktorská práce.

Výsledkem je pak počítačová aplikace pro hodnocení poškození materiálu komponent jaderného reaktoru. Ta je pak užita při aplikaci v praxi při hodnocení životnosti tlakové nádoby zcela konkrétního reaktoru s požadavkem na prokázání jeho zvýšené bezpečné životnosti oproti plánované. Navíc bylo nutno prokázat příslušné kvality pro zcela určitý materiál.

Dosažené poznatky a údaje byly pak porovnány podle pěti rozdílných normativů. Přitom byl nalezen chybný zápis algoritmu v české NTD A.S.I. a navrženo upřesnění pro počátek hysterezní větve. Výsledkem rozborů je doporučení pro hodnocení únavy austenitických ocelí.

Cíl práce byl stanoven uvážlivě jak svým vědeckým přínosem, tak i časovými i kapacitními nároky. Při hodnocení rozsahu a výsledků práce je nutno uvést i organizační schopnosti p. disertanta.

c) Rozsah problematiky a provedených prací spolu s objemem výsledků a jejich závažností přesahuje možnosti jedince, ale v případě p. disertanta je nutno vyzdvihnout jeho dominantní podíl, odpovídající více než nárokům na původnost postupů i výsledků doktorské práce. Autorem práce byla pak potvrzena zdravá konzervativnost našeho normativu NTD A.S.I., což přispívá i k větší spolehlivosti průvodní dokumentace výrobků našeho průmyslu.

d) V předložené práci jsem neshledal žádné chyby. Na vlastní práci je zřejmý příkladný přístup školícího pracoviště a školitele samého i vlastní pracoviště p. disertanta. Práce je vypracována přehledně a s velikou pečlivostí a tak jak svoji formou tak hlavně

obsahem splňuje nároky na tento druh prací. V části teoretické a rozborů může plně sloužit i jako pedagogická pomůcka.

e) Málokterý disertant se může pochlubit tak rozsáhlou publikační činností časopiseckou i konferenčními vystoupeními na prestižních konferencích jako je SMIRT či Hidropress Podolsk. I po této stránce p. disertant plně vyhovuje nárokům na disertabilitu své práce.

Neopominutelnou částí prezentací p. disertanta jsou technické zprávy (celkem 18), kde v 7 je vedoucím autorského kolektivu, navíc cizojazyčné a se závažnými technickými dopady a rozhodnutími.

Závěr:

Disertační práce Ing. Miroslava Švrčka řeší vysoce aktuální problematiku, pro jejíž řešení autor práce použil odpovídající moderní postupy a metody. Předložená práce dokumentuje vynikající připravenost p. disertanta v celé oblasti mechaniky a materiálů. P. disertant splnil stanovené cíle, které přispěly k aplikaci stávající predikce životnosti součástí konkrétních částí jaderně energetických zařízení a tím přispěl k dalšímu rozvoji metody i celého oboru aplikované mechaniky. Výsledky předložené práce jsou přínosem pro příslušný vědní obor jak po stránce teoretické tak i praktické i pro technickou praxi. P. disertant plně prokázal svoje schopnosti samostatné vědecké práce.

Mohu proto předloženou disertační práci Ing. Miroslava Švrčka „Spolehlivost reaktoru VVER 1000 s ohledem na poškození vlivem nízkocyklové únavy“ **plně doporučit k obhajobě** před komisí pro obhajoby doktorských prací Fakulty aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni a po jejím úspěšném obhájení udělit p. disertantovi akademický titul

philosophie doktor (Ph.D.).

V Praze dne 7. června 2016



Prof. Ing. Stanislav Holý, CSc.

ČVUT v Praze
Fakulta strojní
Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky
Odbor pružnosti a pevnosti

Technická 4, 166 07 Praha 6

**Oponentský posudek
doktorské disertační práce
ve studijním oboru
Aplikovaná mechanika**

Název práce : Spolehlivost reaktoru VVER 1000 s ohledem na poškození vlivem nízkocyklové únavy.

Autor : Ing. Miroslav Švrček

Zhodnocení významu disertační práce pro obor.

V předkládané disertační práci se autor detailně zabývá problematikou výpočtu únavové životnosti vybraných komponent reaktoru VVER 1000. Z hlediska provozního je tato problematika dlouhodobě diskutována pro výpočtové analýzy různých komponent JE. V současné době, označované jako tzv. post-Fukushimské období, jsou témata, která se týkají zvyšování bezpečnosti v jaderném odvětví ještě více aktuální než v minulosti. Bereme-li zároveň v úvahu fakt reálného stárnutí provozovaných bloků, tak potom hovoříme o nutnosti detailního pochopení a revidování principů hodnocení životnosti jednotlivých komponent reaktoru a to jak na úrovni metodických přístupů, tak na úrovni doporučení a nařízení dle používaných standardů. Autor se v předkládané práci právě této problematice detailně věnuje, a proto lze konstatovat, že význam a přínos této práce je opravdu výrazný, s přímým dopadem do praktického použití v oboru jaderná energetika.

Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle.

V úvodu této disertační práce si jako hlavní cíl autor vytýčil popis, interpretaci a algoritmizaci postupů uvedených v různých normativních dokumentech. Tento definovaný cíl jednoznačně práce naplňuje. Autor se nespokojí pouze s holým konstatováním a jde do hloubky problematiky, v práci se zaměřuje na porovnání přístupů používaných v praxi, dle zavedených standardů. Po identifikaci těchto rozdílů definuje konkrétní příčiny a nekorektnosti v uvažovaných postupech, prosadil a dále navrhuje další změny do standardů široce používaných na poli jaderné energetiky v České republice. Prezentované postupy autor zpracoval do podoby reálného software, který ve své finální podobě má ambice projít schvalovacím procesem na SÚJB v rámci hodnotící nezávislé komise č. 5. a to z důvodu, aby mohl být tento software používán pro tvorbu bezpečnostních analýz v rámci České republiky. Na základě výše uvedeného lze konstatovat, že splnění určeného cíle bylo dosaženo a s ohledem na praktické využití výsledků předkládané práce se autor dostává výrazně za hranice těchto cílů.

Stanovisko k výsledkům disertační práce a k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce.

Výsledkem disertační práce je vzájemné porovnání postupů uvedených ve srovnávaných standardech NTD A.S.I., PNAE a ASME. Porovnání bylo demonstrováno na konkrétních, výpočtově zajímavých, oblastech tlakové nádoby reaktoru VVER 1000. Porovnání bylo provedeno na úrovni výsledných hodnot kumulace únavového poškození. Do srovnání bylo zahrnuto použití různých metod výpočtů. Následně bylo porovnání provedeno na úrovni použitých únavových křivek materiálu tlakové nádoby reaktoru. Dále byla autorem,

v rámci standardu NTD A.S.I., navržena úprava konstrukce křivky životnosti austenitických ocelí a to tak, aby tato křivka odpovídala reálnému chování tohoto materiálu, s důrazem na zachování dostatečné bezpečnosti. Výše uvedené lze považovat za velice přínosné s konkrétním dopadem do praktického použití v rámci reálných aplikací.

Vyjádření k systematicce, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce.

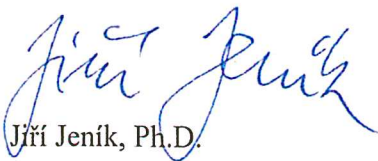
Autor v předkládané práci postupoval velice systematicky. Nejprve se zabývá postupy pro stanovení hodnoty kumulace únavového poškození. Následně pak tyto teoretické postupy zpracovává do podoby počítačové aplikace pro hodnocení únavy materiálu jednotlivých komponent reaktoru VVER 1000. Dále pak autor demonstruje použití vyvinuté aplikace na konkrétních uzlech reaktoru VVER 1000. Výběr těchto uzlů plyne z praxe a lze konstatovat, že z hlediska hodnocení únavy materiálu se, v některých případech, jedná o problémové oblasti. V následujících kapitolách se pak autor zaměřuje na porovnání postupů dle jednotlivých normativních dokumentů. Celkově lze konstatovat, že díky výše popsané struktuře vznikla přehledná, ucelená a čtivá disertační práce respektující zvyklosti a veškerá formální pravidla přijatá pro tvorbu disertační práce. V tomto bodě bych jen zmínil, že pokud autor věnoval úsilí celkově zdařilé grafické a formální úpravě, tak je škoda, že není použita korektně sazba všech českých fontů (háčky nad písmeny d a t).

Vyjádření k publikacím studenta.

Odborné publikace autora v předpokládané míře reprezentují jeho odborné zaměření v problematice jaderné energetiky, některé publikace se pak tematicky dotýkají problematiky, na kterou se autor zaměřuje ve své disertační práci.

Jednoznačné vyjádření oponenta, zda doporučuje či nedoporučuje disertační práci k obhajobě.

Na základě výše uvedeného a zralé úvaze, jednoznačně doporučuji, autorem předkládanou, disertační práci k obhajobě.



Ing. Jiří Jeník, Ph.D.

vedoucí odboru Výpočty,
divize Inženýring,
ŠKODA JS a.s.

V Plzni dne 3. 6. 2016