

## POSUDEK OPONENTA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor bakalářské práce: Kateřina Serbousková

Oponent bakalářské práce: Ing. Jan Valeš

Studentka bakalářského studijního programu Kateřina Serbousková vypracovala svou bakalářskou práci na téma „Analýza spolehlivosti tenkostěnných válcových nádrží pro skladování ropy“. Práce se zabývá posouzením spolehlivosti rotačně symetrické válcové nádrže pomocí indexu spolehlivosti podle Cornella, vymodelováním nádrže v programu Ansys a vyobrazením průběhů napětí a deformací.

Práce autorky, o rozsahu 52 stran, je členěna do pěti kapitol včetně závěru. Po úvodu následuje kapitola, věnovaná teorii rotačně symetrických skořepin. Ta je přehledně strukturována, jsou zde shrnuty důležité poznatky a je doplněna zdařilými obrázky. Kapitola 3 popisuje geometrii nádrže a její zatížení, náhodné veličiny a výpočet spolehlivosti. Kapitola 4 je věnována tvorbě výpočtového modelu v programu Ansys a následné analýze napětí a deformací. Dosažené výsledky jsou prezentovány množstvím tabulek a grafů. V závěru jsou porovnány vypočtené hodnoty indexů spolehlivosti  $\beta$  s mezní hodnotou a je porovnáno ekvivalentní napětí s mezí kluzu oceli.

Z hlediska struktury a slohové a jazykové úrovně lze práci hodnotit pozitivně, neboť je práce přehledná a srozumitelná. K práci mám následující drobné formální nedostatky:

1. Obrázky mají nejednotnou velikost popisu a nejednotný typ písma.
2. Pozor na formulaci v 1. větě kapitoly 2.1, začínající slovy: „Skořepina je těleso...“. Skořepina je plošná konstrukce.
3. Průběh ohybových momentů na Obr. 3.10 by měl mít tvar půlvy funkce sinus podle výše uvedeného vztahu a ne tvar půlkruhu.
4. V rovnicích na straně 23 bych doporučil zůstat u značení průměru jako  $2r$  místo použitého  $d$ , rovnice by se tím zjednodušily a zpřehlednily, zároveň by bylo vhodné vyčíslit hodnoty určitých integrálů.
5. Na začátku kapitoly 4.5 není potřeba vypisovat názvy všech obrázků předem.
6. Průběhy ohybových momentů ze zatěžovacích stavů v kapitole 3.2.1 by bylo vhodné vykreslovat ke střednici oblouku a ne k průmětu.
7. V kapitole 3.5.3 jsou na devíti grafech vykresleny závislosti indexu spolehlivosti na tloušťkách lubu. V každém z těchto grafů je vyznačena šipka s hodnotou tloušťky. Není k ní však žádný komentář a není jasné, co tato hodnota znamená.

Jako problematickou však vidím kapitolu 3.2.1. V této kapitole nemá smysl řešit soustavu rovnic, je-li vektor pravé strany nulový, protože jejím vyřešením automaticky obdržíme opět nulový vektor. Nicméně matice v soustavě kanonických rovnic je vyřešena chybně. Pokud by se pro výpočet přetvárných součinitelů  $\delta$  měly použít průběhy ohybových momentů v průmětu, musí tomu být přizpůsoben interval, na kterém se bude integrovat. Nelze používat vzdálenost rovnou průměru oblouku. Průběhy ohybových momentů  $M_2$  a  $M_3$  nejsou lineární funkcí a jsou

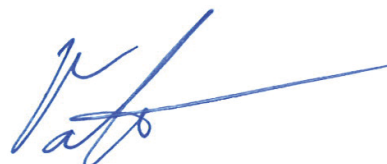
nezávislé na poloměru oblouku  $r$  a dány vztahem  $M_{2(3)}(\beta) = 0.5(1 - \cos \beta)$ . Pro získání převárných součinitelů  $\delta$  nelze Vereščaginovo pravidlo použít a musí se integrovat přímo přes celou délku oblouku  $L$ . Převární součinitele na straně 23 jsou tedy vyřešeny špatně. Z této kapitoly navíc nevyplývá žádný závěr, použitelný při následné analýze, a je tak společně s řešením soustavy rovnic v programu Matlab na straně 25 nadbytečná.

Rád bych autorku požádal o zodpovězení následujících otázek při obhajobě:

1. Jaký je rozdíl mezi deskou, stěnou a skořepinou? Co je to tenká skořepina?
2. V kapitole 3.4.1 používáte pro tloušťku lubu normální rozdělení. Nedošlo při generování náhodných realizací k vygenerování záporných tlouštěk? Jaké jiné rozdělení pravděpodobnosti by šlo použít pro tuto veličinu?
3. V těchto grafech v kapitole 3.5.3 vychází pro malé tloušťky lubu záporný index spolehlivosti. Co to prakticky znamená a je reálné, aby tomu tak bylo? Jaká je poté pravděpodobnost poruchy?
4. Ve 4. kapitole vytváříte výpočtový model v programu Ansys. Za jakým účelem je modelováno dno nádrže? Proč je model vytvořen jako 3D válcová nádrž, když by šlo jednoduše využít rotační symetrie? Jako nevhodné vidím zobrazení napětí  $\sigma_x$  na Obr. 4.8 v globálním kartézském souřadném systému. Pro takovéto zobrazení by měl být použit souřadný systém cylindrický.
5. Jaký materiálový model byl použit, pružný či pružno-plastický?
6. V grafu 4.2 je vykresleno von Misesovo napětí po výšce nádrže. Jak je toto napětí definováno, respektive jaká je Misesova podmínka plasticity?

Celkově hodnotím bakalářskou práci jako tematicky zajímavou a v závěru jsou naplněny vytyčené cíle. Způsob modelování nádrže jako 3D objektu není chybný a plyne z absence znalostí z vyučovaných předmětů na navazujícím studiu. V kapitole, zabývající se analýzou napětí a deformací, mi chybí komentáře k obdrženým výsledkům. Bylo by jistě zajímavé srovnání vypočtených průběhů s teoretickým průběhem na válcových skořepinách (např. Šejnoha, 1984). I přes výše uvedené nedostatky doporučuji práci k obhajobě.

Klasifikační stupeň ECTS: C/2



V Brně dne 10. 6. 2015

Podpis

#### Klasifikační stupnice

Klas. stupeň ECTS	A	B	C	D	E	F
Číselná klasifikace	1	1,5	2	2,5	3	4