

**Oponentní posudek disertační práce
doktorandky Ing. Doubravky Středové, vypracované na téma:
“Stabilitní prolomení kuželových skořepin s malým vzepětím“**

Disertační práce doktorandky Ing. Doubravky Středové má 12 kapitol a dvě přílohy. Přehled literatury, na kterou se doktorandky odvolává a vlastní publikace, jsou vloženy za 12. kapitolu.

Přehled označení veličin, jejich rozměry a pojmenování je zařazen před úvodní kapitolu 1. Úvodní kapitola 1 podává přehled činností vykonaných při řešení problematiky disertační práce, cílů a způsobu jejich dosažení. V kapitole 2 je přehledně analyzován současný stav v oblasti tématu disertační práce. Cíle disertační práce obsahuje 3. kapitola. Další kapitoly již obsahují původní práci doktorandky. Přehled použitých metod řešení ztráty stability kuželových skořepin je obsažen v 4. kapitole. Kapitola 5 je věnována tvorbě numerického modelu kuželových skořepin s malým vzepětím. Je také ověřována přijatelnost použitých zjednodušení řešené problematiky.

Kapitoly 6 a 7 obsahují přístup doktorandky k řešení problematiky stabilitního prolomení kuželových skořepin s malým vzepětím. Zaměřila se na analýzu vlivu v praxi možných případů uložení okraje kuželové skořepiny. Kapitola 9 je věnována experimentálnímu ověření použitelnosti analytických vztahů, navržených v kapitolách 6 a 7. Studium vlivu počátečních imperfekcí na stabilitu kuželových skořepin s malým vzepětím je věnována kapitola 10. Kapitola 11 shrnuje výsledky předložené disertační práce.

Disertační práce je založena na teoretické a experimentální analýze stability kuželových skořepin s malým vzepětím. Je porovnáván vliv různých okrajových podmínek včetně vyztužení obvodovým prstencem. Velice pozitivně je třeba hodnotit ověřování shody mezi teoretickým výpočtem pomocí MKP a experimentem. Doktorandka ve své práci objasňuje možné příčiny částečné neshody mezi analytickým řešením a experimentálními výsledky. Pojednává také o možné budoucí modifikaci zkušebního zařízení. Velice přínosná je možnost využití výsledků disertační práce ke zpřesnění postupu posouzení na stabilitu, uvedeného v předpisu ECCS TC8 TWG 8.4 Buckling of Steel Shells. European Design Recommendation. 5th edition. Published by ECCS, 2008.

Cíle doktorské disertační práce

K hlavním cílům náleželo:

- 1) Návrh vhodné metody výpočtu stabilitní únosnosti hladkých kuželových skořepin s malým předpětím a s různými okrajovými podmínkami, zatížených vnějším přetlakem. Řešený rozsah okrajového úhlu α_c je 5 až 15°.
- 2) Nastínění problematiky vlivu počátečních imperfekcí na únosnost kuželových skořepin.

Aktuálnost tématu doktorské disertační práce

Téma předložené disertační práce je velice aktuální. Dostupné předpisy pro posouzení stability kuželových skořepin předpokládají okrajový úhel větší než 25° . Přitom vychází z řešení válcových skořepin. Doktorandka předpokládá použití vztahů z dostupných předpisů, avšak s koeficienty, jejichž číselné hodnoty vplynuly z řešení doktorské disertační práce.

Úroveň rozboru současného stavu řešené problematiky

Rozborem současného stavu se doktorandka ve své doktorské disertační práci podrobně zabývala ve 2. kapitole. Výsledky rozboru plně využila ve své doktorské disertační práci ve shodě s jejími cíli.

Zvolené metody zpracování řešené problematiky

Přístup doktorandky k řešené problematice je správný. Jejím záměrem je teoretický a experimentálně doložit možnost modifikace postupů dostupných předpisů pro stabilitní posouzení kuželových skořepin s okrajovým úhlem α_c 5 až 15° , který je menší, než spodní limita okrajového úhlu 25° , uváděná v předpisech. Pro řešení problematiky stability kuželových skořepin využila numerického přístupu pomocí metody konečných prvků programem COSMOS. To jí umožnilo řešit různé varianty jak z hlediska rozměrů kuželových skořepin, tak variant uložení vnějšího okraje kuželových skořepin a následně zobecnění výsledků jejich řešení. To také potom dovolilo zmenšit rozsah experimentální verifikace teoretických výsledků.

Splnění cílů doktorské disertační práce

Oba cíle doktorské disertační práce byly v plném rozsahu splněny. Na základě numerického zpracování jednotlivých variant uložení a tenkostěnnosti kuželových skořepin, založených na teoretickém přístupu a jeho experimentální verifikaci, byla navržena vhodná metoda výpočtu stabilitní únosnosti hladkých kuželových skořepin s malým okrajovým úhlem α_c v rozmezí 5 až 15° . Byl také naznačen přístup řešení problematiky vlivu počátečních imperfekcí na únosnost kuželových skořepin.

Přínos nových poznatků dosažených v doktorské disertační práci

Doktorandka Ing. Doubravka Středová obohatila přístupy posouzení stability kuželových skořepin s malým okrajovým úhlem α_c v rozmezí 5 až 15° , kterým je zatím věnována menší pozornost, než skořepinám s okrajovým úhlem větším, než 25° . Podařilo se jí prověřit vliv jednotlivých parametrů, vstupující do výpočtu, na únosnost kuželových skořepin s malým okrajovým úhlem do ztráty stability. Její přínos lze také spatřit v ověřování oblastí, kdy postačí použití geometricky nelineární analýzy (GNA) a kdy je třeba použít geometricky a materiálově nelineární analýzu k určení únosnosti kuželových skořepin s malým okrajovým úhlem do ztráty stability.

Přínos výsledků doktorské disertační práce pro praxi a vědu

Výsledky zkoumání doktorské disertační práce jsou přínosné nejen pro teorii řešení stabilitního problému kuželových skořepin s malým okrajovým úhlem α_c v rozmezí 5 až 15° , ale také z hlediska možnosti poskytnutí podkladů pro modifikaci analytických vztahů,

umožňujících rozšířit použitelnost postupů posouzení na stabilitu, uvedených v předpisu ECCS TC8 TWG 8.4 Buckling of Steel Shells. European Design Recommendation. 5th edition. Published by ECCS, 2008 do oblasti malých okrajových úhlů α_c v rozmezí 5 až 15°. Přínosem pro praxi je také parametrické vyjádření kritického vnějšího přetlaku při ztrátě stability. To umožnilo získané výsledky zobecnit na kuželové skořepiny s danými rozměry a s daným uložením na jejím okraji. V budoucnu bude třeba zaměřit výzkum nejen na podrobnější zkoumání vlivu geometrické a materiálové imperfekce, ale také na úplnější vystižení reálných krajových podmínek v místě připojení kuželového víka k válcovému plášti nádrže, ať vyztuženému, nebo nevyztuženému prstenci a experimentálně verifikovat teoretické výsledky na takovýchto modelech.

Splnění podmínek tvůrčí vědecké práce

Doktorandka ve své doktorské disertační práci prokázala, že je schopna rozvíjet teoretické základy oboru, ve kterém pracuje a využívat odborných poznatku z další teoretických oborů. Její publikační činnost hodnotím jako je dostatečnou.

Formální úroveň práce

Formální úroveň disertační práce je na dobré úrovni jak z hlediska grafického, tak stavby struktury odborného textu. Nenašel jsem žádné nesrozumitelnosti při vysvětlování problematiky, ani používání slangových výrazů. Je třeba ocenit, že doktorandka uvádí také prameny, ze kterých čerpala.

K textu disertační práce mám následující připomínky:

- V textu doktorské disertační práce je často použit pojem „přetlak“, správně se jedná o „vnější přetlak“. Neznalý by mohl myslet, že model je zatěžován na straně vnitřního povrchu.
- V doktorské disertační práci je používán pojem „posuv“, např. tab. 2.1 na str. 16. Pojem „posuv“ lze použít pro posuv bodu pláště ve spojitosti s řešením MKP, kde je tento pojem běžně používán. Zde se přesněji jedná o deformaci pláště w nebo u .
- Str. 17 vztah (2.1). Míní se, že délka l_e je minimálně, a nebo minimální ze dvou uvedených hodnot v hranaté závorce?
- Str. 17. Proč bylo oproti ECCS rozhodnuto použít úhel α_c namísto β_c ?
- V tabulkách, počínaje stranou 45 není zřejmý význam barevného podbarvení čísel.
- Str. 81. V prvním vzorci nahoře pro výpočet p_{el} by neměl být uváděn druhý výraz na pravé straně, neboť je číselně dosazeno do prvního výrazu na pravé straně.

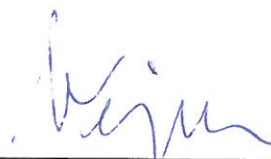
Otázky na doktoranda:

- 1) Vysvětlete, s jakou přesností podmínky uložení kužele, použité v doktorské disertační práci, vystihují spojení reálného kuželového víka s válcovým pláštěm nádoby.

- 2) Vysvětlete, kolik prvků bylo ve výpočtech MKP použito po tloušťce stěny kužele a zda v oblasti lokálních ohybových napětí v oblasti zdeformovaného tvaru při ztrátě stability stěny, může deformaci pláště vystihnou jeden prvek po tloušťce stěny.
- 3) Čím byste vysvětlila, že program COSMOS přesněji vystihuje zdeformovaný tvar skořepiny po ztrátě stability, než program ANSYS11?

Předloženou disertační práci “ Stabilitní prolomení kuželových skořepin s malým vzepětím“ doktorandky Ing. Doubravky Středové doporučuji k obhajobě. V případě úspěšné obhajoby doporučuji, aby paní Ing. Doubravce Středové byl udělen titul Ph.D.

V Brně dne 02. listopadu 2012



Prof. Ing. Stanislav Vejvoda, CSc.
Díly 241, Rebešovice, 664 61 Rajhrad