

Oponentský posudek

diplomové práce

Bc. Zdeňka Novotného

Optimalizace akustického pole

K oponentskému posouzení byla předložena diplomová práce výše uvedeného názvu v celkovém rozsahu 80 stran zahrnujících psaný text i grafické popisy.

Téma práce je velmi aktuální a zahrnuje řešení problémů z oblasti akustiky a vibroakustiky, čímž je míněno řešení pole akustického tlaku v prostoru kavity v interakci s elastickou dynamickou částí hranice kavity.

Po úvodu, který vytyčuje motivaci, cíle a členění celé práce, následuje první kapitola, která se zabývá teoretickými aspekty problémů řešení akustického pole. Problematika je zaměřena na monochromatické silové buzení s jednou budicí frekvencí. Tzn., že na hranici Γ_{in} (inlet) je předepsán harmonický průběh tlaku. Častým případem v praxi bývá kinematické buzení, kdy je na této části hranice předepsán harmonický průběh normální složky akustické rychlosti. Výsledkem druhé kapitoly je slabá formulace Helmholtzovy rovnice, která respektuje běžné typy okrajových podmínek: akusticky tuhá stěna, anechoidní (bezodrazový) výstup (outlet) a vstup s předepsanou amplitudou tlaku nebo normální rychlosti při dané frekvenci (inlet).

Třetí kapitola se zabývá odvozením pohybové rovnice desek resp. nosníku podle Reissnerovy-Mindlinovy (RM) resp. Timošenkovy teorie. Pro diskretizaci nosníku byla použita MKP, kde mě trochu překvapil nízký stupeň aproximačního polynomu (lineární). Pro diskretizaci RM desky nebyly uvedeny žádné vztahy. Pro diskretizaci kavity při řešení vibroakustického problému pomocí MKP také nebyly uvedeny žádné vztahy, takže není jasné, jaké byly použity násadové funkce. O tomto problému se zmiňuji z toho důvodu, že stupně násad pro kavitu a desku mají vliv na symetrii či nesymetrii celkových koeficientových matic.

Kapitola čtvrtá rozšiřuje akustický problém z druhé kapitoly o interakci mezi akustickým polem kavity a pohybem desky pomocí transmisních podmínek. Tyto podmínky vyjadřují společnou normálovou rychlost na hranici, která je součástí řešení akustického pole, a tlaku, který naopak silově ovlivňuje pohyb desky.

Pátá kapitola obsahuje různé formulace optimalizační úlohy včetně citlivostní analýzy. V tomto případě jsou citlivostí míněny derivace Lagrangeovy funkce ve směru variované proměnné p .

Šestá a poslední kapitola uvádí aplikace optimalizační techniky na změnu tvaru jak akusticky tuhé hranice (nulová normální složka akustické rychlosti v kavitě), tak poddajné dynamické hranice (shodná normální složka akustické rychlosti v kavitě s normální složkou poddajné desky).

Předložená diplomová práce představuje velké množství informací, které bylo nutné vstřebat ať už z oboru pružnosti a akustiky, tak v oblasti využití již zpracovaného softwaru. V druhém případě by proto bylo účelné, aby diplomant uvedl vlastní přínos k řešení presentované problematiky. V celé práci je použita sumační indexová konvence, takže u vztahů, kde se nescítá, by to mělo být uvedeno, např. (2.13).

Navzdory odborné úrovni celé práce se domnívám, že obsahuje celou řadu nepřesností jak formálních (dokonce i gramatických), tak v některých případech i věcných. Všechny si dovoluji shrnout do následujících otázek a připomínek:

5₁ -nesprávně „souřadných“, správně „souřadnicových“ os

-vztahy (2.14) jsou totožné, jen představují postupné úpravy, což by mohlo být vynecháno

9⁷ nesprávně „Eulerovo“, správně „Eulerovu“ pohybovou rovnicí.....

9₅ ve vztahu na pravé straně se sčítá navzdory neopakujícímu se indexu

(2.38) na levé straně má být derivace podle n a ne podle vektoru (výsledek je skalár)

(2.47), (4.9) v prvním integrálu chybí symbol skalárního součinu

(2.47) na hranici Γ_{in} je předpokládán známý tlak (silové buzení), častější praktický případ je předpokládaná známá normální složka akustické rychlosti (kinematické buzení)

14₃ u momentů a sil působících v rovině desky by bylo vhodné uvést, že jsou vztaženy na jednotku délky

(3.2) na levé straně stojí matice obsahující prvky Cauchyova tenzoru deformace, na pravé straně je jeden ij -tý prvek tohoto tenzoru

16¹³ - co je to zalomená deska

17 na jedné straně je aplikována teorie Timošenkova nosníku (jedna z nejsložitějších teorií), na straně druhé se průhyby nosníku a úhly natočení pro MKP aproximují „pouze“ lineárním polynomem. U natažení ve směru osy odpovídá lineární aproximace realitě

Obr. 3.3 - v rotační vazbě dochází ke styku tří těles. Mezi dvěma přímými nosníky navzájem je okrajová podmínka „vetknutí“, zatímco mezi těmito dvěma nosníky a základním rámem je rotační vazba. To však z obrázku není jasné

20₁ to, že „... se Timošenkův nosník chová logicky...“, ještě nepovažuji za prověřený fakt. To lze jednoduše ověřit analyticky. Pak by se měl numerický výpočet s rostoucím počtem konečných prvků blížit výsledku získanému analytickou cestou.

23¹ nesprávně „Helmholtzovi“ správně „Helmholtzovy“ rovnice

(4.1), (4.7) nesouhlasí jednotky

(4.5) nesouhlasí jednotky a domnívám se, že na levé straně chybí ρ

(5.2) co znamená $\overline{\Omega}_D$? Uzávěr oblasti?

25⁴ nesprávně Γ_{in} (druhý symbol) místo správného Γ_{out}

(5.6)₁ nesprávné jednotky. Buď musí být celý integrál dělen objemem, nebo vyjdou jednotky $[\text{Pa}^2\text{m}^3]$.

(5.15), (5.17), (5.71), (5.73) sčítají se skaláry a vektory

(5.24) chybně indexy

35₆ pro *cílovou funkci* můžeme použít české ekvivalenty *kriteriální, účelová* apod. V angličtině tento výraz odpovídá *objective function*. V češtině se výraz *objektivní funkce* nepoužívá

Závěr hodnocení:

Navzdory připomínkám, z nichž některé jsem si nemohl odepřít, jsem přesvědčen, že práce má vysokou odbornou úroveň a splňuje požadavky na ni kladené. Hodnotím jí stupněm „výborně“.

V Plzni dne 21. 6. 2016

Prof. Dr. Ing. Jan Dupal
Katedra mechaniky
Fakulta aplikovaných věd ZČU v Plzni

