

NON-STATIONARY STRESS STATE OF TRANSVERSALLY LOADED THIN AND THICK PLATES

František VALEŠ, Vladimír PELIKÁN*, Jan VOLEK#, Jan ČERV**¹

Summary: The solutions of non-stationary stress state of thick and thin plates transversally loaded on one of their faces are described. By results comparison, the validity limits of thin plate approach can be found. The solution of the thick plate is based on equations of motion of 3D continuum; using basic models from the Kirchhoff to Timoshenko-Mindlin ones the thin plate solutions are obtained.

1. ÚVOD

Jsou porovnány výsledky získané řešením tlusté a tenké desky. Tlustá nekonečně rozlehlá deska je řešena užitím pohybových rovnic elastického lineárního kontinua. Zatížení působí na malé ploše jednoho líce s časovým průběhem ve tvaru skokové funkce. Výsledné vztahy mají tvar nekonečných řad nevlastních integrálů, jejichž vyčíslení je velmi složité. Vztahy jsou uvedeny v pracích [1], [2]. Tenká deska je uvažována jako konečná obdélníkového tvaru po obvodě prostě podepřená. Zatížení je obdobné jako u desky tlusté. Pohybové rovnice jsou odvozeny pro všechny běžně užívané modely. Uvedme výsledek pro nejjednodušší Kirchhoffův model a časový průběh budícího zatížení ve tvaru skokové funkce. Příčný posuv je dán vztahem - viz [3].

$$w(x, y, t) = \frac{F_0}{\rho h} \cdot \frac{8}{ab} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \sin \frac{n\pi x}{a} \cdot \sin \frac{m\pi y}{b} \cdot \sin \frac{n\pi x_F}{a} \cdot \sin \frac{m\pi y_F}{b} \cdot \sin^2 \frac{\omega_{mn} t}{\omega_{mn}^2}.$$

Pro fyzikálně přesnější modely tenké desky jsou odvozené výrazy podstatně složitější, ale stále mají tvar dvojnásobných nekonečných řad - viz [3].

2. POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ

Vyčíslením příslušných vztahů pro oba typy desky byly získány výsledky, umožňující kvantitativně hodnotit výše stručně popsané přístupy. Z nich vyplývá, že není tak jednoduché rozhodnout, v kterých oblastech je možno nahradit řešení napjatosti tlusté desky řešením desky tenké, které je podstatně jednodušší. A účelem této práce je právě přesněji vymezit možnosti obou metod. Na následujících dvou obrázcích je vidět, jak dokonale se mohou obě řešení shodovat. Na obr.1 1 je časový průběh příčného posuvu v místě vzdáleném o 10 mm od působíště zatížení. Deska je tlustá 5 mm a zatížení působí na ploše o průměru 4 mm. Na obrázku jsou uvedeny

¹ * Ing. František VALEŠ, CSc. Ústav termomechaniky AV ČR, pobočka Plzeň, Veleslavínova 11, 301 14 Plzeň; vales@cdm.it.cas.cz. Mgr. Vladimír PELIKÁN, Ústav termomechaniky AV ČR, pobočka Plzeň, Veleslavínova 11, 301 14 Plzeň; pelikan@cdm.it.cas.cz.

PhDr. Ing. Jan VOLEK, Hálkova 3, 412 01 Litoměřice

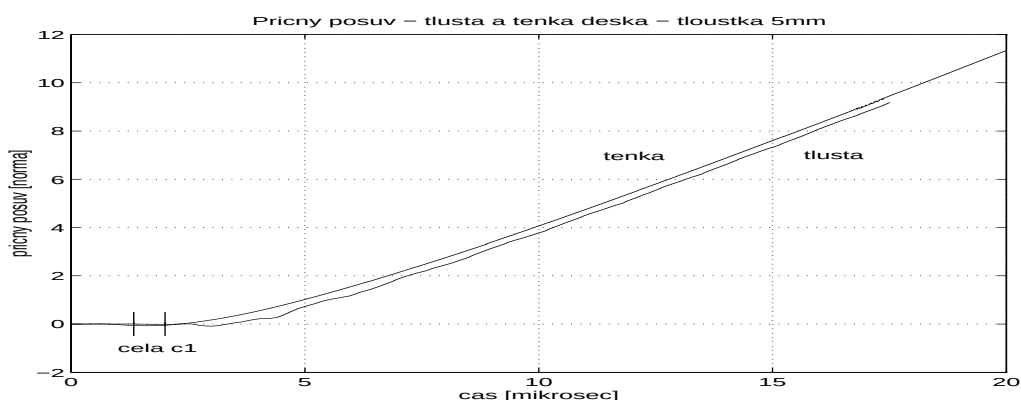
** Ing. Jan ČERV, CSc., Ústav termomechaniky AV ČR, Dolejškova 5, 182 00 Praha 8; cerv@it.cas.cz

průběhy pro oba typy modelů desek. Je vidět velmi dobrá shoda obou průběhů. Na obr. 2 je ukázáno, jak pro případ místa ve vzdálenosti 50 mm od místa buzení vypadá shoda v oblasti vlnových čel.

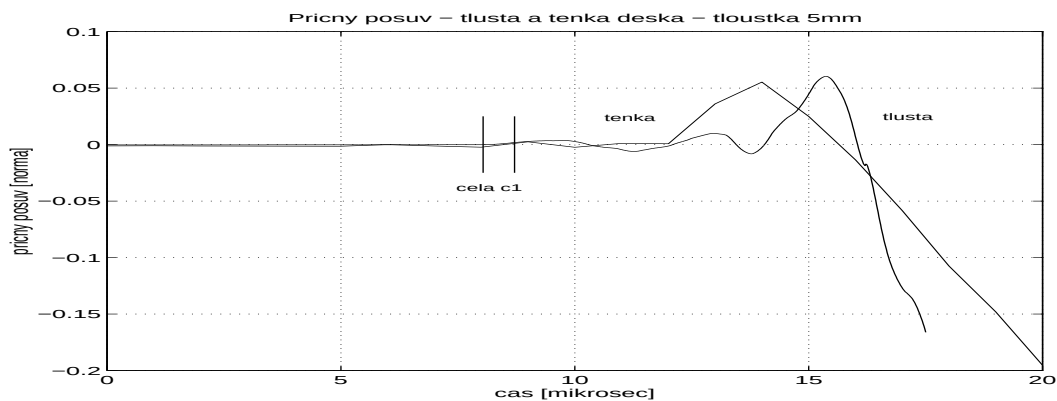
3. ZÁVĚR

V předložené práci byla vyřešena nestacionární napjatost tlusté a tenké desky, dávající možnost objektivně posoudit vhodnost užití přibližné teorie tenkých desek při snaze nahradit obtížné a náročné řešení přesné.

Tato práce byla podporována grantem GA ČR 101/00/0674 a grantem GA AV ČR A2076001.



Obr. 1



Obr. 2

4. LITERATURA

- [1] Valeš, F.: Napjatost tlusté elastické desky příčně nestacionárně zatížená. I: Odvození Laplaceových obrazů pro posuvy napětí. Zpráva ÚT AV ČR Z355/83, Praha 1983.
- [2] Valeš, F.: Napjatost tlusté elastické desky příčně nestacionárně zatížená. II: Zpětná transformace vztahů pro posuvy a napětí. Zpráva ÚT AV ČR Z887/84, Praha 1984.
- [3] Volek, J.: Nestacionární napjatost tenké desky vyvolaná příčnou osamělou silou. In: Bull. vědeckých a výzkumných prací. ÚTRV, Univerzita JEP, Ústí nad Labem 2001.