OVERENIE VHODNOSTI MKP NA ŠTÚDIUM KONTAKTNEJ NAPÄTOSTI VALCOV VALCOVACÍCH STOLÍC

Ján Slavkovský
Katedra tvárnenia a tvárniacich strojov
Strojnícka fakulta SVŠT Bratislava

Výskumný ústav zváračský v Bratislave vyvinul technológiu a zariadenie na renováciu valcov valcovacích stolíc elektrotroskovým naváraním. Pri exploatovaní valcov sú tieto vystavené pôsobeniu cyklicky sa meniacim napätiam od vonkajšieho mechanického zaťaženia a od teplotných pnutí, ku ktorým sa naviac superponuje vysoká hladina zvyškových napätí v dôsledku tepelného spracovania materiálu, resp. aplikáciou renovačnej naváracej technológie.

V súvislosti s hlbšou analýzou problému sme v r. 1978 overili vhodnosť klasickej fotoelasticimetrie na štúdium napätosti v oblasti kontaktu od vonkajšieho zaťaženia na rovinnom probléme diametrálne tlačených diskov [1]. Experimentálne namerané výsledky povrchovej a podpovrchovej napätosti boli porovnané s teoretickými riešeniami podľa vzťahov matematickej teórie pružnosti a ukázali v podpovrchovej oblasti veľmi dobrú zhodu.

Napriek vyššie uvedeným pozitívnym záverom vykonali sme ešte v r. 1979 overenie vhodnosti metódy konečných prvkov /MKP/ na riešenie kontaktnej napätosti diametrálne tlačených diskov [2], pretože MKP má v porovnaní s fotoelasticimetriou celý rad výhod. Umožňuje vyšetrovať napätosť v skúmanej oblasti nielen od vonkajšieho zaťaženia, ale aj od teplotných pnutí. Dovoľuje bez problémov modelovať kombináciu viacerých materiálov /jadro - návar/, pre rôzne varianty zaťaženia a fyzikálne vlastnosti materiálov.

Pri riešení úlohy sme použili program IZPSTE [3] určený na výpočet napätosti a deformácií uzlových bodov stien, t.j. rovinných konštrukčných prvkov zaťažených silami iba v jednej rovine, ktorý aplikuje izoparametrické prvky a funkcie posuvov ako polynóm druhého stupňa.

V programe je obmedzený celkový počet uzlových bodov na 500, celkový počet prvkov oblasti na 90 a celkový počet odobratých stupňov voľnosti na 50. Pri zostavovaní výpočtového modelu sme vychádzali z Hertzovho predpokladu eliptického priebehu normálových síl v kontaktnej oblasti disku /obr.1/. Ďalej sme využili symetriu zaťaženia a symetriu disku. Po zaťažení disku diametrálnym tlakom v smere osi y jednotlivé body disku vykonajú nasledovné posunutia: Priesečník osi x; y nezmení svoju polohu. Body ležiace na zvislej osi y budú mať iba zložku posuvu v≠0 a ich posunutie u=0. Body ležiace na vodorovnej osi x sa posunú iba v horizontálnom smere, t.j. u≠0 a v=0. Ostatné body disku sa premiestnia úplne obecne. S ohľadom na vyššie uvedené stačí riešiť napätosť 1/4 disku. Oblasť výpočtového modelu bola rozdelená na 56 prvkov so 197 uzlovými bodmi a počet odobratých stupňov voľnosti činil 38. Vektor parametrov vonkajších síl bol linearizovaný po prvkoch.

Výsledky riešenia boli spracované bezdimenzionálne v súradnicovom systéme $\bar{x}=x/b$; $\bar{y}=y/b$ ktorého počiatok je na kontaktnej ploche v mieste najväčšieho normálového tlaku. Os $\bar{x}$ leží na kontaktnej ploche a os $\bar{y}$ smeruje do stredu disku. Vyhodnotené boli hlavné napätia a redukované napätia podľa hypotézy maximálneho šmykového napätia. Z výsledkov uvádzame napr. napätosť na osi symetrie disku; hlavné napätia obr.2, redukované napätia obr.3, ktoré boli získané podľa vzťahov matematickej teórie pružnosti /čiara 1/, fotoelasticimetrickým experimentom /čiara 2/ a MKP /čiara 3/.

Dobrá zhoda výsledkov oprávňuje aplikáciu MKP aj na štúdium kontaktnej napätosti predmetného problému.

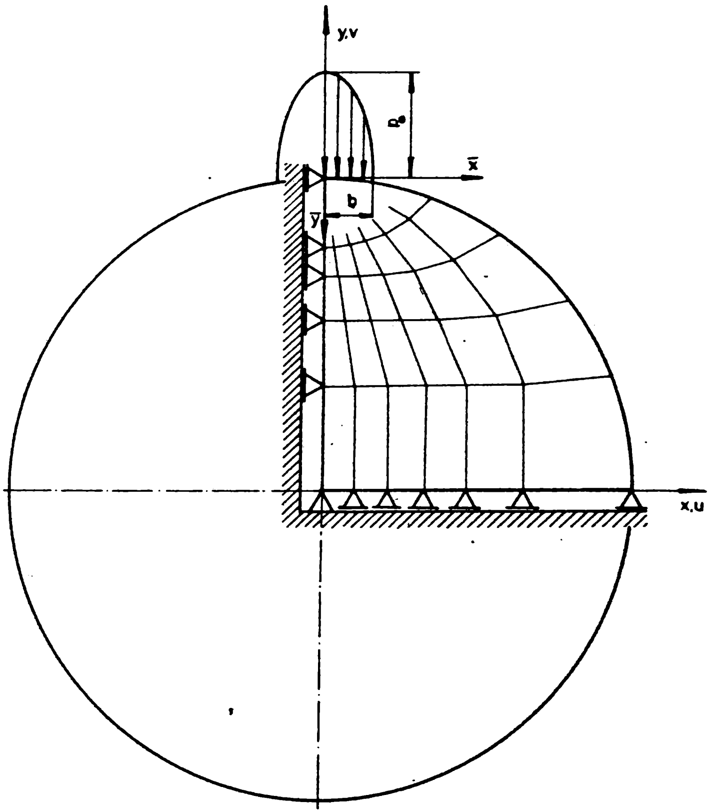
Literatúra:

[1] Slavkovský, J.: Kontaktná napätosť diametrálne tlačených diskov. Výsk. správa SVŠT Bratislava 1978.

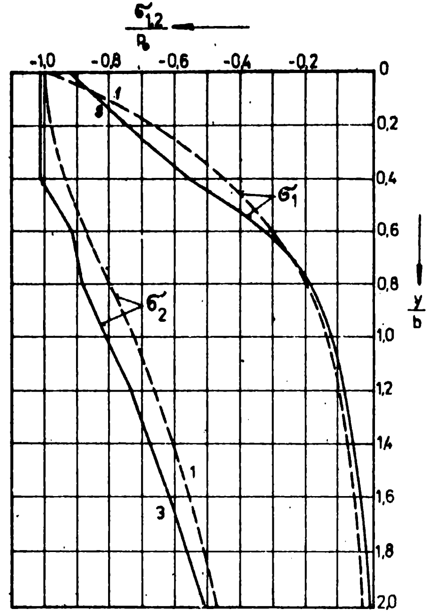
[2] Slavkovský, J.: Riešenie kontaktnej napätosti diametrálne tlačených diskov metódou konečných prv-

kov. Výsk. správa SVŠT Bratislava 1979.

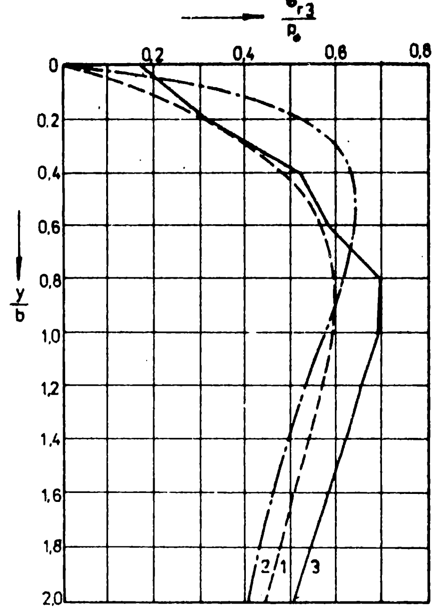
[3] Vadovič, F., Benča, Š., Jelemenský, J.: Teoretické vyšetrovanie pevnosti a optimalizácia konštrukčných prvkov. Výsk. správa SVŠT Bratislava 1976.



Obr. 1 VÝPOČTOVÝ MODEL



Obr. 2 PRIEBEH HLAVNÝCH NAPÄTÍ PRE $\frac{x}{b} = 0$



Obr. 3 PRIEBEH REDUKOVANÝCH NAPÄTÍ PRE $\frac{x}{b} = 0$