



Národní konference s mezinárodní účastí
INŽENÝRSKÁ MECHANIKA 2002

13. – 16. 5. 2002, Svratka, Česká republika

**ANALÝZA NAPJATOSTI ŠIKMO ZATÍŽENÉ HLAVICE KYČELNÍ ENDOPROTÉZY
S UVAŽOVÁNÍM ROTAČNĚ SYMETRICKÝCH VÝROBNÍCH NEPŘESNOSTÍ**

Vladimír FUIS*

Abstrakt: Příspěvek se zabývá problematikou napjatosti v keramické hlavici totální kyčelní endoprotézy nasazené na dřík a zatížené šikmým zatížením. V kontaktním kuželovém útvaru mezi hlavici a dříkem se uvažuje rotačně symetrická výrobní nepřesnost typu odchylka od nominální kuželovitosti. Výpočtové modelování napjatosti je realizováno MKP – systémem ANSYS. Cílem modelování je posouzení napjatosti v případech zatížení, které se blíží fyziologickému.

Klíčová slova: Totální kyčelní endoprotéza, výrobní nepřesnosti, kuželovitost, samosvorné spojení, modelování, napjatostní analýza

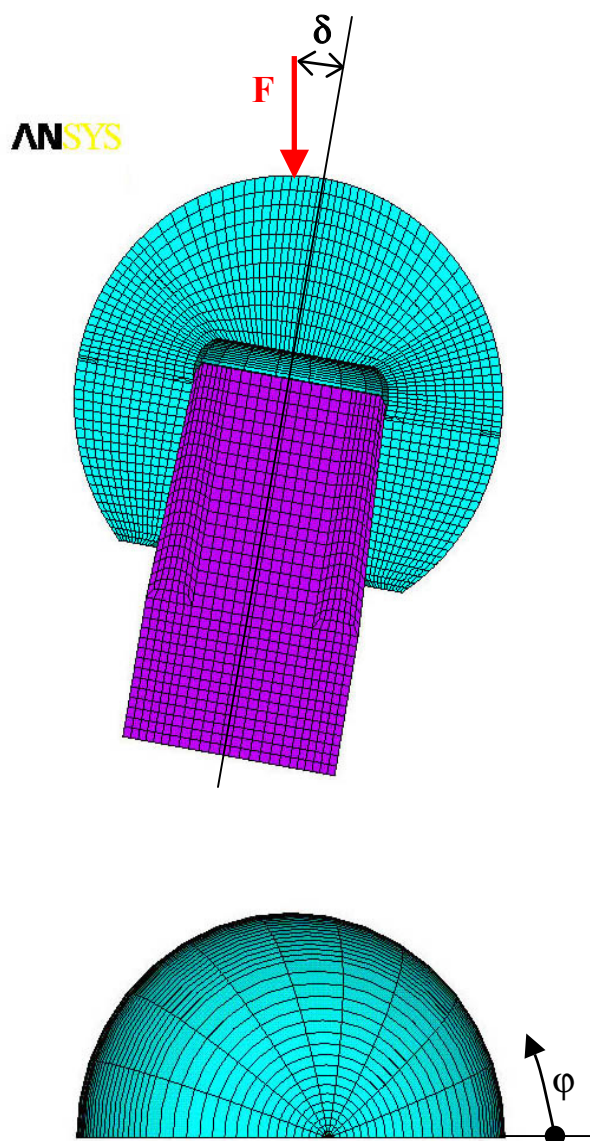
1. ÚVOD

Problematika napjatosti a spolehlivosti keramických hlavic totální kyčelní endoprotézy s uvažováním výrobních nepřesností na kontaktních kuželech je řešena již několik let. Dosavadní studie však uvažovaly pouze zatěžovací stav odpovídající normě ISO 7206-5 určené pro testování keramických hlavic [1]. Tato norma předepisuje zatížení, jehož výslednice leží v ose testovací soustavy. Fyziologické zatížení kyčelní endoprotézy *in vivo* však neodpovídá uvedené normě a z tohoto důvodu je třeba posoudit vliv šikmého zatížení na napjatost v keramické hlavici s uvažováním výrobních nepřesností.

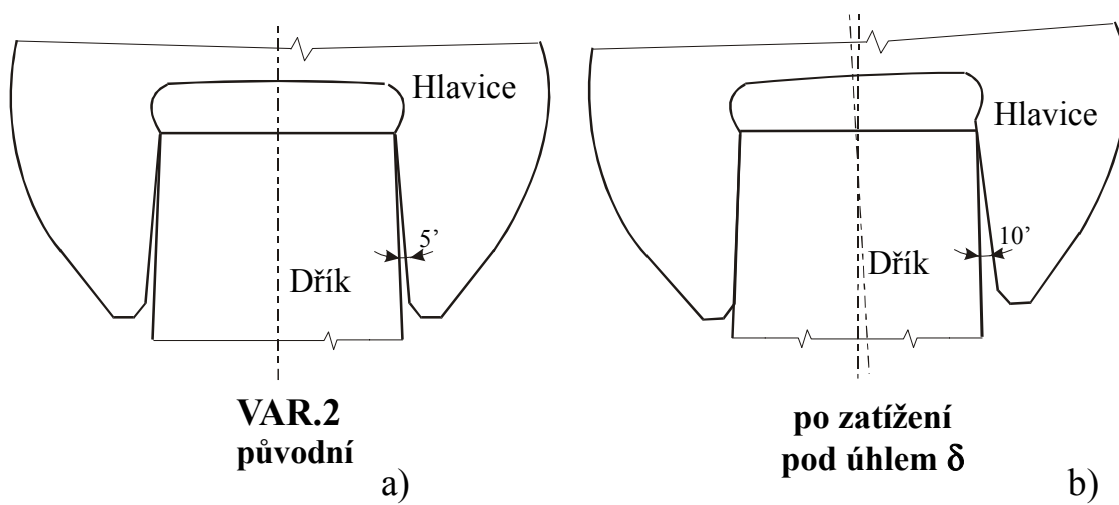
2. VÝPOČTOVÉ MODELOVÁNÍ NAPJATOSTI

Výpočtové modelování deformace a napjatosti se realizuje na soustavě, která se skládá z testovacího ocelového dříku a keramické hlavic totální kyčelní endoprotézy. V lidském těle jsou prvky kyčelní endoprotézy při chůzi zatěžovány dynamicky s různou orientací silové výslednice [2]. V první fázi se problém řeší staticky, tedy hlavice je nasazena na testovací dřík a zatížena silovou výslednicí F , která svírá s osou soustavy úhel δ viz obr.1. Spojení hlavic a dříku je realizováno samosvorným kuželovým spojením s nominálním vrcholovým úhlem $5^{\circ}43'30''$ dle normy ISO 3040. U kontaktních ploch hlavic a dříku je uvažována výrobní nepřesnost typu odchylka od nominální kuželovitosti – úhel hlavic je větší než úhel kužele dříku (obr.2a). Velikost uvedené výrobní nepřesnosti činí 10° na vrcholovém úhlu analyzované soustavy, což je limitní hodnota daná výrobní dokumentací.

* Ing. Vladimír Fuis, Ph.D. Sdružené pracoviště ÚT AV ČR a ÚMT FSI VUT v Brně, Technická 2, 616 69, Brno, tel.: +420 5 41142891, fax.: +420 5 41142876, e-mail: fuis@cis.vutbr.cz



Obr. 1 Schéma modelové soustavy



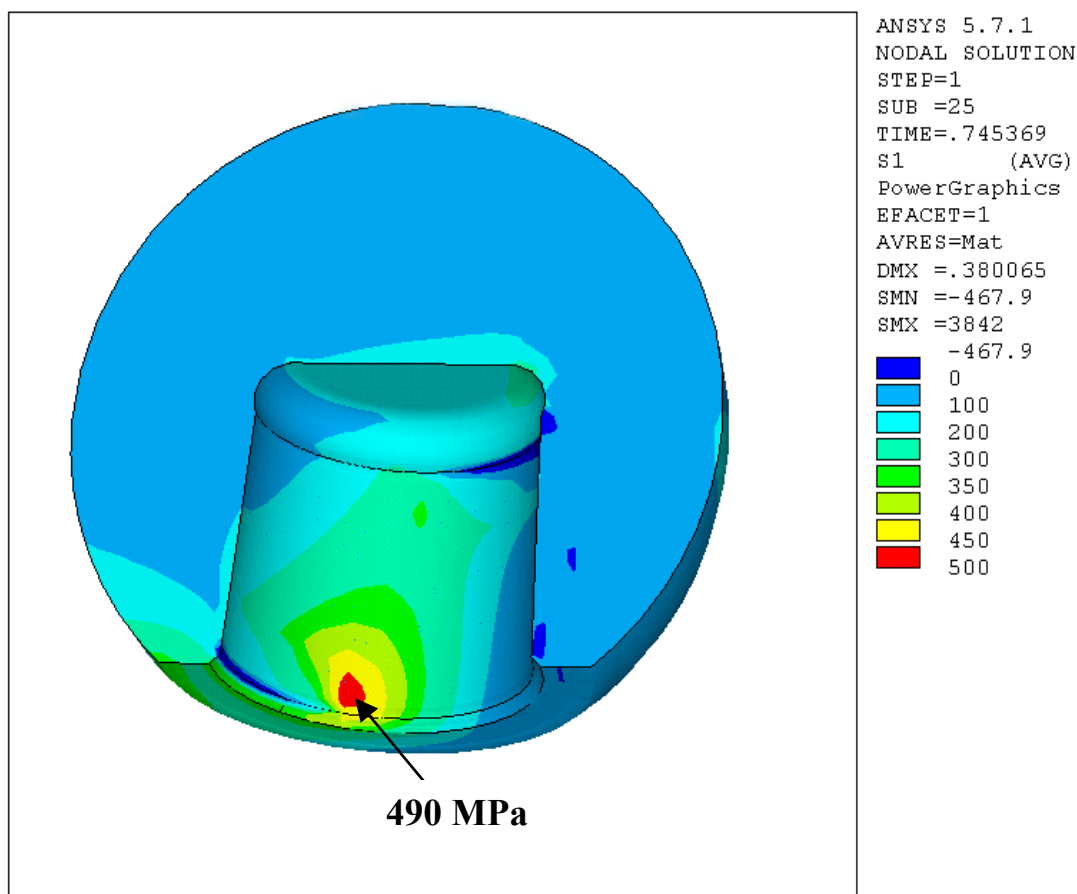
Obr. 2 Výrobní nepřesnost typu odchylka od nominální kuželovitosti VAR.2 na začátku a v průběhu zatěžování

Hlavice i dřík jsou modelovány jako lineární izotropní kontinuum, součinitel tření mezi hlavicí a dříkem $f=0,15$. Pro modelování napjatosti v soustavě byl použit systém MKP ANSYS 5.7.1. Z hlediska vazeb soustavy lze konstatovat, že kromě kontaktu hlavice – dřík, byly předepsány symetrické okrajové podmínky v rovině symetrie soustavy.

3. ANALÝZA VÝSLEDKŮ VÝPOČTOVÉHO MODELOVÁNÍ

V průběhu zatěžování analyzované soustavy dochází k interakcím na kontaktních plochách, hlavice se zasouvá na dřík a vzniká v ní obecná trojosá napjatost, která se výrazně odlišuje od napjatosti vzniklé od osového zatěžování dle ISO 7206-5 [1]. Výrazně se liší i od napjatosti způsobené šikmým zatížením u soustavy bez uvažování výrobních nepřesností [3]. Na začátku zatěžování je umožněn relativní pohyb hlavice vůči dříku v rámci výrobních tolerancí, jak ukazuje obr. 2a. Po zatížení soustavy pod úhlem δ dojde ke změnám v oblastech kontaktních ploch hlavice a dříku, jak ukazuje obr. 2b.

U analyzované soustavy se maximální tahová napětí lokalizují do malých oblastí (obdobně jako u výrobní nepřesnosti typu ovalita kontaktních ploch) a nabývají vyšších hodnot ve srovnání se zatěžováním osovým. Na obr. 3 jsou znázorněny izoplochy prvního hlavního napětí, které má směr obvodový pro zatížení působícím pod úhlem $\delta=34^\circ$ od osy soustavy.



Obr. 3 Izoplochy prvního hlavního napětí v hlavici

4. ZÁVĚR

Z analýzy výsledků výpočtového modelování vyplývá výrazný vliv šikmého zatížení na napjatost v keramické hlavici totální kyčelní endoprotézy. Pro komplexní posouzení vlivu šikmého zatížení na napjatost a posléze i na pravděpodobnost jejího porušení je však nutné realizovat výpočtové modelování i s modelovou výrobní nepřesností typu ovalita kontaktních ploch, která se na kontaktních plochách dřívků a hlavic vyskytuje.

Príspevek byl podporován projektem GAČR 101/01/0974.

LITERATURA

- [1] FUIS, V., JANÍČEK, P.: Stress and Reliability Analyses of Ceramic Femoral Heads with Axisymmetric Production Inaccuracies. Proceedings IFMBE ISSN 1680-0737. MEDICON 2001 – IX Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing. Part I. pp. 632-635, Pula Croatia, 2001.
- [2] BERGMANN, G., GRAICHEN, F., ROHLMANN, A.: Hip Joint Loading During Walking and Running Measured in two Patients. Journal of Biomechanics, Vol. 26, No.8, 1993, pp. 965-990.
- [3] FUIS, V.: Reliability Analyses of the Hip Joint Ceramic Head under Oblique Loading without Production Inaccuracies. International conference Mechatronics Robotics and Biomechanics 2001, pp. 91-93, Třešť, ČR 2001.