

Experimentální **A**nalýza **N**apětí **2005**

THE DETERMINATION OF MATERIAL PARAMETERS OF SILICONE MED 4550 FOR FEM SIMULATION

DETERMINACE MATERIÁLOVÝCH PARAMETRŮ SILIKONU MED 4550 PRO MKP SIMULACE

Zdeněk Horák¹, Jana Koukalová, Petr Tichý

The Laboratory of Human Biomechanics, CTU in Prague is engaged in development of spinal replacement, among others on the basis of silicone. The design of the new type of spinal replacement assumes the restoration of the physiological properties in spine segment especially its normal mobility. One of the methods to predicate the functional properties of these replacements is a computer simulation using Finite Element Method. The necessary condition for relevant simulation of polymer material is the determination of their material properties that are not readily available. From that reason was necessary to perform the experimental measurement of the silicone material characteristics. On basis of the measured characteristics it was possible to determine the material parameters for several description of the material that are implemented in the environment of Finite Element Method solver.

Keywords

Material parameter, Silicone, Finite Element Method, Measurement

Úvod

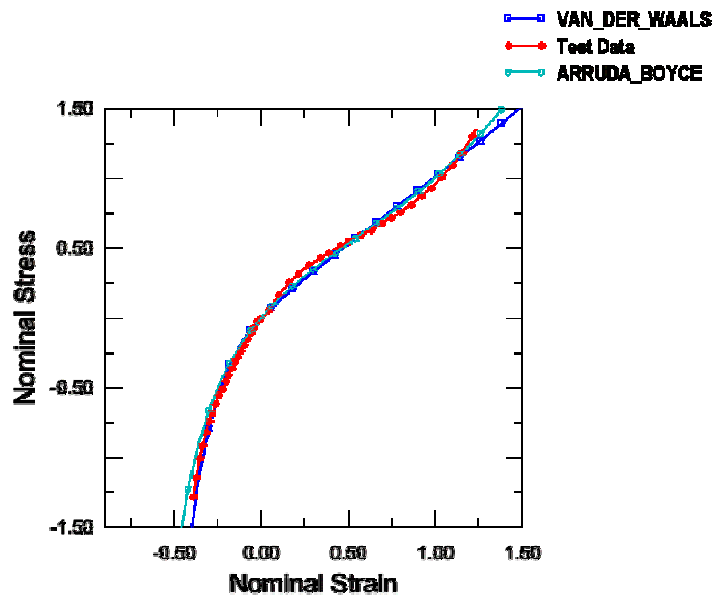
Pracoviště laboratoře biomechaniky při ČVUT v Praze se zabývá vývojem spinálních náhrad, mimo jiné na bázi silikonu MED 4550. Jednou z metod predikce funkčních vlastností těchto náhrad je simulace pomocí MKP. Nutnou podmínkou pro relevantní simulaci polymerních materiálů je určení jejich materiálových vlastností, které nejsou běžně dostupné. Z tohoto důvodu bylo nutno provést experimentální měření charakteristik silikonu MED 4550. Na základě naměřených charakteristik bylo možno určit materiálové parametry pro příslušné popisy materiálu, které jsou implementovány v prostředí MKP řešiče.

Metody

Experimentální měření charakteristik silikonu MED 4550 bylo provedeno podle normy ČSN ISO 37 - Pryž z vulkanizovaných nebo termoplastických kaučuků. Stanovení tahových vlastností a ISO 7743:2004 Rubber, vulcanized or thermoplastic. Determination of compression stress-strain properties.

¹ Ing. Zdeněk Horák.: ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, Technická 4, 166 07 Praha 6, Česká republika, tel.: +420 224 352 527, e-mail: horakz@biomed.fsid.cvut.cz

Ve výpočetním programu ABAQUS se pro elastomerní materiály používá materiálový model hyperelastického materiálu. K vyjádření potenciálu deformační energie je k dispozici několik modelů – polynomický (včetně speciálních případů například redukovaný polynomický, Neo-Hook, Mooney-Rivlin a Yeoh), Ogden, Arruda-Boyce, Van der Waals a Marlow. Na základě naměřených experimentálních dat z jednoosých tahových a tlakových zkoušek byla provedena ověřovací analýza vhodnosti použití jednotlivých modelů.



Graf závislosti napětí-deformace silikonu MED 4550

Závěr

Byl vybrán materiálový model Arruda-Boyce, který nejlépe odpovídá experimentálním datům. Tvar potenciálu deformační energie pro model Arruda-Boyce je

$$U = \mu \sum_{i=1}^5 \frac{C_i}{\lambda_m^{2i-2}} (\bar{I}_1^i - 3^i) + \frac{1}{D} \left(\frac{J_{el} - 1}{2} - \ln J_{el} \right), \quad [1]$$

kde U je potenciál deformační energie; J_{el} je elastický objemový koeficient; \bar{I}_1 je první invariant; a μ, λ, C_i a D jsou materiálové konstanty.

Poděkování:

Tato práce vznikla za podpory grantu: Výzkum biokompatibilních materiálů vhodných pro výrobu nového typu spinální náhrady č. 106/05/2174, České grantové agentury