

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Tytuł: **Dobór równań konstytutywnych elastomeru stosowanego na narzędzia do tłoczenia**

Autor: **mgr inż. Bernadetta NIEDZIAŁEK**

Promotor: **dr hab. inż. Stanisław KUT, prof. PRz**

Promotor pomocniczy: **dr inż. Grażyna RYZIŃSKA**

Słowa kluczowe: **elastomer, tłoczenie gumą, modelowanie MES, równania konstytutywne**

Streszczenie:

W pracy dokonano oceny skuteczności dziesięciu wybranych równań konstytutywnych dla ciał hipersprężystych w modelowaniu numerycznym pierwszego i osiemnastego cyklu obciążenia elastomeru do tłoczenia w zależności od schematu jego obciążenia, wielkości odkształcenia oraz metodyki wyznaczania stałych materiałowych w tych równaniach. Ponadto opracowano wytyczne dotyczące doboru równania konstytutywnego oraz metodyki wyznaczania stałych materiałowych podczas modelowania numerycznego deformacji ciał elastomerowych.

Dla badanego elastomeru o twardości 90 ShA przeprowadzono eksperymentalne próby materiałowe tj. próbę jednoosiowego i dwuosiowego rozciągania oraz rozciągania w płaskim stanie odkształcenia, na podstawie których wyznaczono stałe materiałowe w badanych modelach dla trzech zakresów odkształcenia zastępczego $\varepsilon = (0,3; 0,6 \text{ oraz } 0,9)$. Ponadto przeprowadzono eksperymentalne próby cyklicznego spęczania walca oraz gięcia belki z badanego elastomeru, a następnie sporządzono tzw. charakterystyki siłowe, które posłużyły do weryfikacji dokładności obliczeń MES z eksperymentem. Obliczenia numeryczne spęczania oraz gięcia dla ok. 276 wariantów wykonano z wykorzystaniem komercyjnego oprogramowania MSC.Marc/Mentat zgodnie z opracowanym planem badań. Szczególną uwagę zwrócono na aspekty modelowania numerycznego elastomerów w warunkach dużych deformacji, jakie występują w przypadku elastycznych narzędzi mających zastosowanie w tłocznictwie.

Przedstawione w pracy wyniki można z powodzeniem wykorzystać w różnych dziedzinach techniki, gdzie występuje potrzeba modelowania zachowania się konstrukcyjnych elementów elastomerowych poddanych jednorazowym lub cyklicznym obciążeniom.

Abstract of doctorate thesis

Title: Selection of constitutive equations of elastomer used for drawing tools

Author: mgr inż. Bernadetta NIEDZIAŁEK

Supervisor: dr hab. inż. Stanisław KUT, prof. PRz

Auxiliary supervisor: dr inż. Grażyna RYZIŃSKA

Keywords: elastomer, rubber pad forming, FEM simulation, constitutive equations

Abstract:

The thesis evaluates the effectiveness of ten, selected constitutive equations for hyperelastic material in numerical simulation of the first and eighteenth cycles elastomer loading for drawing operation, which depends on its load, strain value and methodology for determination of material constants in these equations. Furthermore, guidelines indicated for the selection of the constitutive equation and the methodology for determination material constants during numerical modeling of elastomer material deformation.

For tested elastomer, 90 ShA hard, experimental material tests were performed i.e. uniaxial, biaxial tension test and planar tension test, on the basis of which material constants for tested models were determined in three ranges of strain value $\varepsilon = (0,3; 0,6$ and $0,9)$. In addition, experimental cyclic upsetting and bending processes of tested elastomer were performed, then some force characteristics were obtained, which were used to verify the accuracy of FEM calculation with experiment. Numerical calculations of upsetting and bending for approx. 276 variants were made using the commercial software MSC.Marc/Mentat in accordance with the developed research plan. Particular attention has been paid to the aspects of numerical modeling of elastomers under conditions of large deformations, which occur in the case of flexible tools used in the drawing process.

The results presented in the paper can be successfully used in various fields of technology, where there is a need to model the behavior of structural elastomeric elements subjected to single or cyclic loads.