

ABSTRACT

The main subject of this dissertation were discs with cellular structures. In order to determine the dynamic properties of these structures, these discs were subjected to finite element analysis in ANSYS Mechanical. A variety of numerical methods were used to determine the behavior of the new structures under various dynamic loads: vertical force, longitudinal force, torque and impact analysis. In the section devoted to the analysis of the current state of knowledge, the work includes a discussion of the basic laws of material strength, the characteristics of cellular structures with a negative Poisson's ratio, along with their current and potential applications. The next section includes a presentation and discussion of the computational methods used, with particular emphasis on the finite element method (FEM) for stationary and dynamic problems. The next section discusses the algorithm developed by the author, used for generating planar structures, the simulation parameters used and discusses the material model used. The following four chapters contain a description of the analyses performed and their results. The conclusion of this dissertation includes a description of the obtained results and conclusions of the individual simulations. Prototypes of structures fabricated by additive manufacturing methods from thermoplastic materials are presented. Finally, the proposed further directions of simulation and experimental research and potential areas of application are presented.

ABSTRAKT

Przedmiotem niniejszej rozprawy są dyski ze strukturami komórkowymi. Celem określenia własności dynamicznych tych struktur poddano je analizie metodą elementów skończonych w programie ANSYS Mechanical. Wykorzystano szereg metod numerycznych do określenia zachowania nowych struktur przy różnych obciążeniach dynamicznych: sile działającej w płaszczyźnie symetrii wzdłużnej, sile wzdłużnej (normalnej do wymienionej wcześniej), momentu obrotowego oraz analizie uderzenia. W części poświęconej analizie obecnego stanu wiedzy, praca zawiera omówienie podstawowych praw dotyczących zagadnień wytrzymałości materiałów, charakterystykę struktur komórkowych o ujemnym współczynniku Poissona wraz z ich obecnymi i potencjalnymi zastosowaniami. Kolejna część zawiera przedstawienie i omówienie zastosowanych metod obliczeniowych, ze szczególnym uwzględnieniem metody elementów skończonych (MES) dla zagadnień stacjonarnych i dynamicznych. W dalszej części omówiono opracowany przez autora algorytm generowania struktur płaskich, przyjęte parametry symulacji i omówiono zastosowany model materiałowy. Cztery kolejne rozdziały zawierają opis przeprowadzonych analiz oraz ich wyniki. W podsumowaniu pracy zawarto syntetyczny opis uzyskanych wyników oraz wnioski z poszczególnych symulacji. Przedstawiono prototypy struktur wytworzone metodami przyrostowymi z materiałów termoplastycznych. Wskazano też proponowane dalsze kierunki badań symulacyjnych i eksperymentalnych oraz potencjalne obszary zastosowań badanych struktur.