دراسة الخواص الميكانيكية للأنابيب النانو كربونية باستخدام طريقة الطاقة المكافئة

طـلال بن عـبد الله الـمالكي

بحث مقدم لنيل درجة الماجستير في العلوم
[الهندسة الميكانيكية - هندسة أنتاج وتصميم النظم الميكانيكية]

إشـراف
د . محـمد الطـاهر
د . خـالد الـمعطاني

كلية الهندسة
جامعة الملك عبد العزيز – جدة
شعبان ١٤٤٠هـ – أبريل ٢٠١٩م

دراسة الخواص الميكانيكية للأنابيب النانو كربونية باستخدام طريقة الطاقة المكافئة

طـلال بن عـبد الله الـمالكي

المستخلص

التصرفات الميكانيكية للأنابيب الكربونية جعلها تستخدم على نطاق واسع ومتزايد في المجالات الهندسية المختلفة وعليه فقد تم في هذا البحث لدراسة الخصائص والتصرفات الميكانيكية، مثل الاهتزاز الميكانيكي، الانبعاج، الانحناء والالتواء للأنابيب النانو كربونية باستخدام نموذج الأوساط الميكانيكية المتصلة المعدل وطريقة الطاقة المكافئة المعدل. وقد تم استنباط المعادلات الحاكمة لتلك الأنابيب من طاقة الترابط الكيميائي بين الذرات. وفرضت نظرية اويلر- برنولي (Euler- Bernoulli) للدعامات الرفيعة لتمثل العلاقة بين الإزاحة والانفعال لتلك الأنابيب. وأقترح طريقة العناصر القطع المحدودة لحل النموذج المعتمد حسابيا باستخدام برنامج الانسس (ANSYS). وسوف يتم التحقق من النتائج المستنبطة مع نتائج منشورة من قبل في مجلات دولية. هذه النتائج مفيدة في التصميم الميكانيكي لأجهزة القياس عالية الدقة المصنعة من الأنابيب النانو كربونية.

Study of Mechanical characteristics of Carbon Nanotubes by Energy Equivalent Method

By (Talal Abdullah Almalki)

A thesis submitted for the requirements of the degree of Master of Science

[Mechanical Engineering - Production and Mechanical System Design]

Supervised by

Dr. Mohamed A. Eltaher (Advisor)

Dr. Khalid H. Almitani (Co-Advisor)

FACULTY OF ENGINEERING

KING ABDULAZIZ UNIVERSITY

JEDDAH - SAUDI ARABIA

Sha'ban 1440 H – April 2019 G

Study of Mechanical characteristics of Carbon Nanotubes by Energy Equivalent Method

Talal Abdullah Almalki

Abstract:

Since 1991 till now, Carbon nanotubes (CNTs) discovered by Ijima, have huge amount of scientific research from many disciplines (i.e.; material science, engineering, chemistry, and physics) and real applications (i.e.; nanoelectronics, Nano sensors, solar cell, medical tools and Nano devices). CNT is a considered as the strongest and most resilient material known in additional to astonishing mechanical properties. So, the current thesis is to study the mechanical behaviors, such as mechanical vibration, buckling stability, bending, and torsion, of CNTs by using a modified continuum mechanics model. The CNTs is model as a continuous Euler-Bernoulli nanobeam, and nanoscale dependency is described using the energy-equivalent model. The finite element simulation is exploited to investigate mechanical buckling and the natural frequencies of SWCNTs. The calculated Young's modulus is validated with published experimental and previous numerical results. However, the energy equivalent model is presented to describe atomic bonding interactions and their chemical energy with mechanical structural energies. The Nanotube Modeler program is used to generate a geometry of the SWCNTs' structure by defining the chirality angle, the overall length of the nanotube, and the bond length between two adjacent nodes. Carbon bonds are simulated as a beam with a circular cross-section and the atoms as nodes. A BEAM 188 in ANSYS software is exploited to simulate and characterize the equivalent Young's modulus of the whole CNT structure. Numerical results are presented to show critical buckling loads and axial and transverse natural frequencies of SWCNTs with different orientation angles and lengths. When SWCNTs are manufactured, atoms imperfectly bonded with adjacent atoms and some vacancies almost occur, so this defect is considered in this study and the effect of vacancy on the activation and deactivation of vibration modes is illustrated.