



6th WDZYDZEANUM WORKSHOP
ON
„FLUID – SOLID INTERACTION”
„U GRZEGORZA”, WDZYDZE KISZEWSKIE, SEPTEMBER 2-4, 2018

organized by: Energy Conversion Department, Institute of Fluid Flow Machinery, Polish Academy of Sciences, POLAND;
Polish Society of Theoretical and Applied Mechanics (PTMTS), Branch of Olsztyn, POLAND;
Department of Theory of Continuous Media and Nanostructures, Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, POLAND

Honorary patronage: Marcin Lackowski, Deputy Director for Scientific Issues of Institute of Fluid Flow Machinery, Polish Academy of Sciences

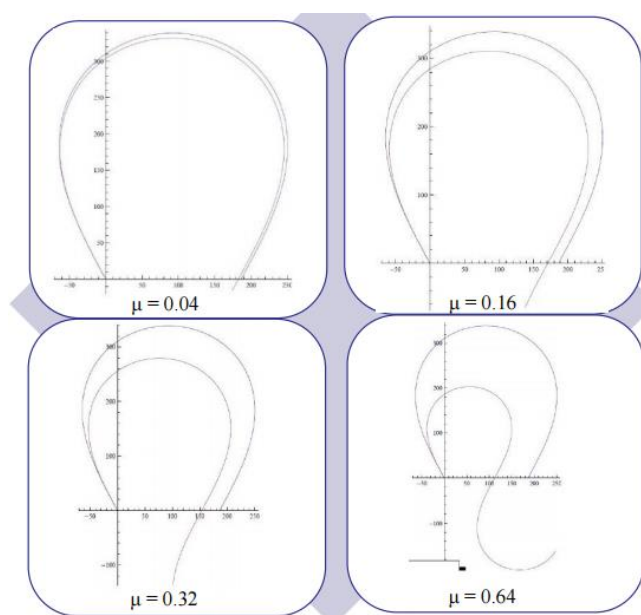
SPONSOR: STALBET PROJEKT (Braniewo)

Stateczność sprężysta jednowymiarowych nanostruktur

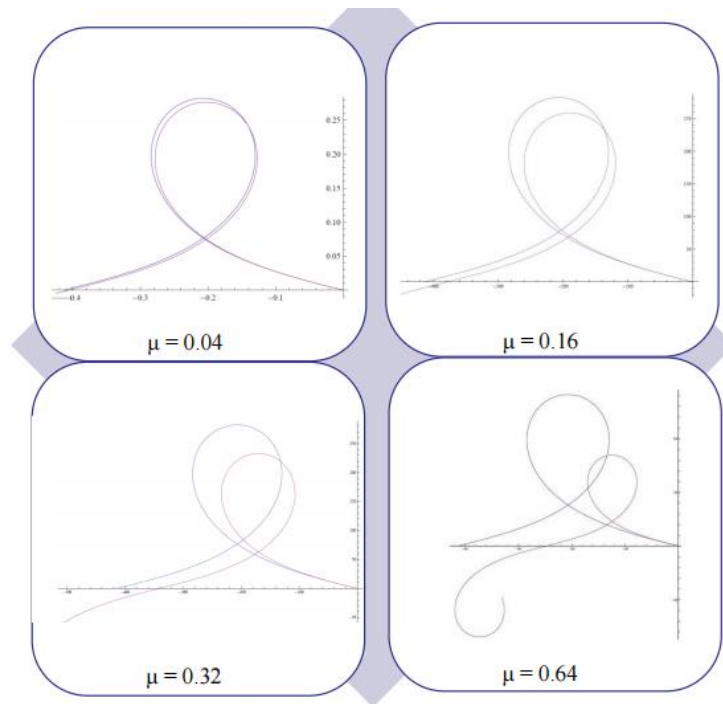
Aleksandra Manecka, Ryszard B. Pęcherski

*Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
ul. A. Pawińskiego 5b, 02-106 Warszawa*

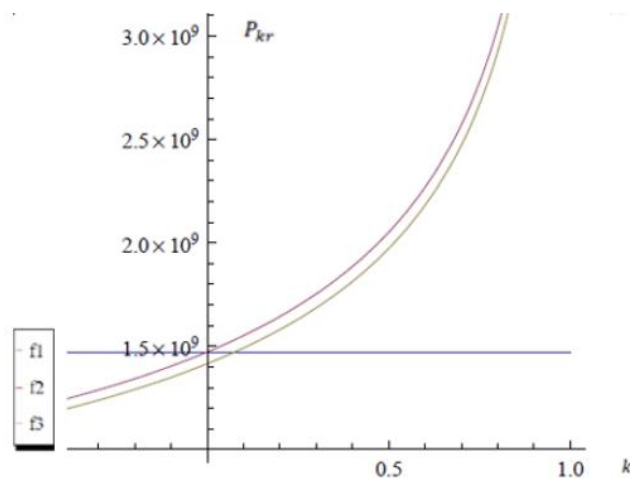
Przedstawiono zagadnienie efektu skali, który występuje w nieliniowej teorii sprężystości nanostruktur. W szczególności, omówiono uwzględnienie efektu skali w analizie stateczności jednowymiarowych nanostruktur na przykładzie nanoprętów i nanorurek węglowych. Przedstawiono problematykę zjawiska utraty stateczności w ujęciu nieliniowym oraz zaprezentowano, wynikające z wyprowadzonych zależności, mody postbifurkacyjne (elastyki) z wykorzystaniem oprogramowania Wolfram Mathematica. Omówiono analizę zachowania jednowymiarowego ciała pod wpływem obciążenia ściskającego oraz samodzielne wyprowadzone wzory dla krzywizny nanopręta z uwzględnieniem efektu skali. Porównano wyniki teorii nieliniowej z uwzględnieniem efektu skali oraz bez jego występowania i przedstawiono je w postaci wykresów wygenerowanych w programie Wolfram Mathematica, por. Rys. 1 oraz Rys. 2. Na Rys. 3. Przedstawiono porównanie wykresów siły krytycznej według klasycznej teorii liniowej, lokalnej nieliniowej teorii Eulera oraz własne rozwiązanie w ramach nielokalnej teorii nieliniowej.



Rys. 1. Wykresy elastyk w zależności od początkowego kąta przyłożenia siły ściskającej, $\alpha=90^\circ$, modułu bifurkacji $m=1$ oraz różnych wartości parametru skali μ .



Rys. 2. Wykresy elastyk w zależności od początkowego kąta przyłożenia siły ściskającej, $\alpha=160^\circ$, modułu bifurkacji $m=1$ oraz różnych wartości parametru skali μ .



Rys. 3. Wykresy siły krytycznej: f1- według teorii liniowej, f2- według teorii nieliniowej
f3- według nielokalnej teorii nieliniowej.

Podsumowując, należy podkreślić, że w pracy przedstawiono własny algorytm obliczeniowy pozwalający na uzyskanie krzywych (elastyk) odzwierciedlających pokrytne zachowanie napręta z uwzględnieniem efektu skali. Omówiono potencjał aplikacyjny teorii na przykładzie znanych nanostruktur i przedyskutowano możliwe zastosowania otrzymanych wyników w technicznych problemach nanotechnologii.

Literatura

1. Bigoni D.: *Nonlinear Solid Mechanics. Bifurcation Theory and Material Instability*, Cambridge, Cambridge University Press 2012.
2. Timoshenko S.P., Gere J. M.: *Teoria stateczności sprężystej*. Warszawa, Wydawnictwo Arkady 1963.

3. Huber M. T.: *Teoria sprężystości. Część II*, Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe 1954.
4. Thongyothee C., Chucheepsakul S.: *Postbuckling behaviors of nanorods including the effects of nonlocal elasticity theory and surface stress*, Journal of Applied Physics 2013, vol. 114, 243507-01 - 243507-7.
5. Zhang A., Chen G.: *A Comprehensive Elliptic Integral Solution to the Large Deflection Problems of Thin Beams in Compliant Mechanisms*, Journal of Mechanisms Robotics 2013, vol. 5, 021006-1 – 021006-10.
6. Białoskórski M. *Właściwości mechaniczne wybranych nanostruktur*. Gdańsk, 2013, http://pbc.gda.pl/Content/12830/phd_bialoskorski_michal.pdf, 28.12.2016, Politechnika Gdańska.
7. Shima H. : Buckling of Carbon Nanotubes: A State of the Art Review. <https://arxiv.org/pdf/1112.4839v1.pdf>, 28.12.2016.