

Analiza fenomena stohastične resonance pri nabiralcih energije

Kimihiko Nakano^{*,1} – Matthew P. Cartmell² – Honggang Hu¹ – Rencheng Zheng¹

¹ Univerza v Tokiju, Inštitut industrijske znanosti, Japonska

² Univerza v Sheffield-u, Oddelek za strojništvo, Združeno Kraljestvo

V delu je predstavljen fenomen stohastične resonance v povezavi z elektro-mehanskimi nabiralci energije. Stohastična resonanca se pojavi tedaj, ko apliciramo periodično silo na bistabilen sistem, kar povzroči vibracije z velikimi amplitudami. V primerjavi s pojavom linearne resonance je pričakovati, da lahko z omenjenim pristopom dosežemo večje amplitude vibracij ter s tem boljše izkoristke nabiralcev energije.

Nabiralci energije delujejo na principu transformacije vibracij iz okolja v električno energijo. Vibracijsko energijo lahko konvertiramo v električno energijo na osnovi več tipov elektromehanskih pretvornikov, ki bazirajo na elektromagnetnem, elektrostatičnem ali piezoelektričnem principu. Elektromehanski pretvorniki so tipično v obliki mehanskih resonatorjev, katerih izkoristek je največji v območju resonance. Generirana moč nabiralcev energije je tako zelo odvisna od frekvence vzbujanja. V tej smeri predstavlja enega izmed uveljavljenih pristopov za povečanje učinkovitosti prenosa nabiranja energije izraba nelinearnih fenomenov sistema. V primerjavi z linearnimi sistemi se nelinearni sistemi lahko odzovejo z višjimi amplitudami v širšem frekvenčnem območju.

Predstavljen je model bistabilnega elektromehanskega resonatorja v obliki konzolno vpetega nosilca, ki je v prečni smeri kinematsko vzbujan zaradi vibracij okolja. Dodatno je sistem tudi v osni smeri vzbujan z aktuatorjem v povezavi z dvema magnetoma. Preko magnetov, ki sta nameščena ločeno na prosti konec nosilca in fiksno na podlago, je nosilec izpostavljen šibki osni periodični sili. Periodično vzbujanje sistema vodi do nelinearnega odziva oziroma do pojava t.i. stohastične resonance, kar vodi do povečanega odziva. Na osnovi numeričnih simulacij je prikazana analiza vpliva oblikovnih in obratovalnih parametrov na intenziteto pojava stohastične resonance pri nabiralcih energije.

Numerične simulacije potrjujejo možnost izrabe fenomena stohastične resonance za izboljšanje učinkovitosti nabiralcev energije. Ob upoštevanju energije, potrebne za generacijo periodične sile v osni smeri nosilca, je bila kumulativna generirana energija pri vzbujanju sistema v stohastični resonanci večja, kot tedaj, ko smo vzbujali sistem le z vibracijami okolja. Predstavljene ugotovitve, ki temeljijo le na numeričnih simulacijah, je potrebno v nadaljevanju potrditi tudi na osnovi meritev.

Ključne besede: periodično vzbujanje, bistabilen sistem, nabiranje energije, stohastična resonanca