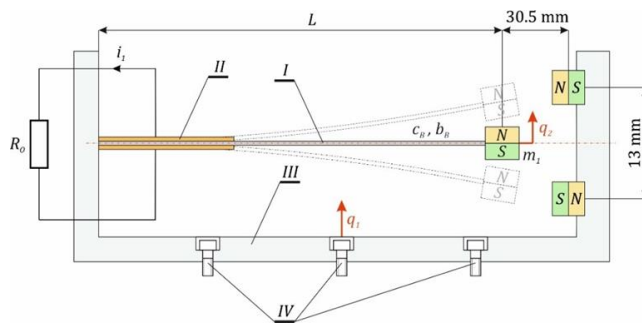


Rosnące zapotrzebowanie na monitorowanie stanu konstrukcji budowlanych i mechanicznych oraz ciągły postęp w miniaturyzacji urządzeń elektrycznych wymusza poszukiwanie nowych źródeł energii elektrycznej. Źródła takie zidentyfikowano w warunkach otoczenia, jak światło słoneczne, warunki termiczne, wiatr, fale morskie, a także drgania układów naturalnych i technicznych. W przeciwieństwie do dużych instalacji interesują nas małe porcje energii, które można wykorzystać do zasilania małych urządzeń przenośnych i / lub ładowania baterii w celu przedłużenia ich żywotności. Jeśli chodzi o przemianę energii drgań, należy przejść ją pomocą rezonatora mechanicznego, a następnie przetransformować za pomocą przetwornika wrażliwego na wiele pól fizycznych. Jednym z najlepszych przetworników możliwych do miniaturyzacji jest element piezoelektryczny (zwykle warstwa) reagujący na odkształcenia rezonatora mechanicznego zmianą jego polaryzacji elektrycznej. Taka zmienna polaryzacja wytwarza siłę elektromotoryczną w obwodzie elektrycznym (warstwa jest ona umieszczona między elektrodami kondensatora). Na początku badano układy liniowe. Trudno było jednak dostosować je do zmiennych źródeł energii kinetycznej, ponieważ taki układ powinien pracować w warunkach rezonansu, aby zapewnić odpowiednio większą moc wyjściową. Badania przeprowadzone w ostatnich latach pokazują, że rezonatory nieliniowe mogą przewyższyć ten niedobór. Mianowicie mogą one przekazywać energię w szerszym zakresie częstotliwości. W takim przypadku należy zamodelować efekty nieliniowe. Na rys. 1 są one zamodelowane poprzez rozmieszczenie dodatkowych magnesów, co prowadzi do układu wielostabilnego.



Rys. 1 Rezonator wielostopniowy za [1]. Do belki przyklejony jest przetwornik piezoelektryczny II, który w wyniku sprężystego odkształcenia belki generuje ładunek elektryczny. Rama III, poprzez śruby mocujące IV, tworzy trwałe połączenie z wibrującym układem mechanicznym. Dodatkowo w ramie III zamocowane są magnesy trwałe, które są rozmieszczone symetrycznie względem osi wibrującej belki.

Inny rozwój dotyczy rezonatorów sprzężonych. Rezonatory takie mogą zapewnić większą moc, jeśli poruszają się w sposób zsynchronizowany (za [2]). Wciąż pozostaje pytanie, jak uzyskać optymalne rozwiązanie z istniejących rozwiązań. Jedną ze wskazówek do wyjaśnienia tego jest zbadanie stabilności poszczególnych rozwiązań. Zaletą istnienia wielu rozwiązań jest to, że one zmieniają się i optymalizują wraz ze zmianami częstotliwości i mogą skutecznie poszerzać zakres częstotliwości przetwarzania energii.

Wreszcie, nasz obecny projekt jest poświęcony rezonatorom nieliniowym, ale źródłem byłyby przepływ wiatru. Takie układy badaliśmy już wstępnie wcześniej (patrz [3]). Co ciekawe, nasze wyniki pokazują, że system ten zmienia moc wyjściową w zależności od przekroju profilu ciała-przeszkody. Mianowicie, dla przekroju kołowego moc wyjściowa jest gwarantowana przez wibracje wywołane wirami (VIV) pojawiające się przy małej prędkości wiatru, podczas gdy dla przekroju prostokątnego moc wyjściowa maksymalizuje się przy dużych prędkościach wiatru dzięki wibracjom galopującym. W pracy [3] badaliśmy podejście hybrydowe z wykorzystaniem złożonych przekrojów ciał-przeszkód o cechach kołowych i prostokątnych. Nasze wyniki [3] dowiodły, że było to skuteczne rozwiązanie. Obecny wniosek jest bardziej zaawansowany, ponieważ łączy w sobie wszystkie trzy elementy omówione powyżej. Będziemy badać pozyskiwanie energii z (a) rezonatorami nieliniowymi, (b) rezonatorami sprzężonymi, (c) rezonatorami wzbudzonymi przez przepływ powietrza. Dodatkowo efekty zamykania częstotliwości będzie zbadany w warunkach niedostrojonych oscylatorów. Badania obejmą modelowanie teoretyczne, symulacje numeryczne i część doświadczalną. Wyniki otrzymane we współpracy polsko-chińskiej będą opublikowane w liczących się periodykach naukowych.

[1] G Litak, J Margielewicz, D Gaska, P Wolszczak, S Zhou, Energies 2021, 14, 1284.

[2] G Litak, et al, Theoretical and Applied Mechanics Letters 2012, 2 (4), 043009.

[3] J Wang, et al, Energy Conversion and Management 2020, 213, 112835.