

## Streszczenie

W dobie globalnego kryzysu energetycznego, silnie eksplorowane są alternatywne sposoby pozyskiwania energii z niekonwencjonalnych źródeł, w tym z drgań. Jedną z nowoczesnych technologii tego typu, jest odzyskiwanie energii z jednego ze zjawisk wzbudzenia drgań stałym przepływem – galopowania poprzecznego. Choć pozostaje ona obiektem wielu badań, to jednak podstawowe cechy, świadczące o potencjale użytkowym różnych rodzajów urządzenia, pozostają niezdefiniowane. Celem pracy jest uzupełnienie tej luki. W niniejszej rozprawie poddano analizie sprawność energetyczną sześciu wariantów urządzenia odzyskującego energię galopowania poprzecznego. Należą do nich: wariant podstawowy, dwa podwarianty układu o dwóch stopniach swobody oraz trzy urządzenia o nieliniowej charakterystyce sprężystości. Właściwości dynamiczne każdego z generatorów opisane zostały modelami matematycznymi, których rozwiązanie było niezbędne do sformułowania sprawności układów. Modele wariantów liniowych rozwiązano przy pomocy Metody Bilansu Harmonicznych, natomiast wariantów nieliniowych korzystając z autorskiego rozszerzenia Metody Bilansu Harmonicznych Eliptycznych. Na drodze analizy uzyskanych rozwiązań wykazano, że sprawność jest funkcją prędkości przepływu, lecz można scharakteryzować ją wyczerpująco przy pomocy dwóch parametrów kryterialnych – sprawności szczytowej, czyli maksymalnej sprawności układu oraz szerokości pasma wysokiej sprawności, opisującej szerokość pasma prędkości przepływu, przy którym sprawność układy wynosi nie mniej niż 90% sprawności szczytowej. Wartości tych parametrów silnie zależy od prędkości, przy której układ osiąga sprawność szczytową – prędkości szczytowej. Porównanie parametrów kryterialnych przeanalizowanych wariantów wskazało, że najwyższą sprawnością charakteryzuje się jeden z podwariantów o dwóch stopniach swobody. Wysokimi sprawnościami szczytowymi cechują się również układy o progresywnej i bistabilnej charakterystyce sprężystości, przy czym doznają one również silnego spadku sprawności w wyniku odchylenia prędkości pracy od prędkości szczytowej.

## Abstract

In the era of the global energy crisis, alternative ways of obtaining energy from unconventional sources, including vibrations, are strongly explored. One of the modern technologies of this type is the recovery of energy from one of the phenomena of excitation of vibrations with a constant flow - transverse galloping. Although it remains the subject of many studies, the basic features that prove the utility potential of various types of devices remain undefined.

The aim of the work is to fill this gap. In this dissertation, the energy efficiency of six variants of the transverse galloping energy recovery device was analyzed. These include: the basic variant, two sub-variants of the system with two degrees of freedom and three devices with non-linear elasticity characteristics. The dynamic properties of each of the generators were described by mathematical models, the solution of which was necessary to formulate the efficiency of the systems. Models of linear variants were solved using the Harmonic Balance Method, while non-linear variants were solved using the authorial extension of the Elliptic Harmonic Balance Method. By analyzing the obtained solutions, it was shown that the efficiency is a function of the flow velocity, but it can be exhaustively characterized by two criteria parameters - peak efficiency, i.e. the maximum efficiency of the system, and high efficiency bandwidth, describing the width of the flow velocity bandwidth at which the efficiency of the system is not lesser than 90% peak efficiency. The values of these parameters strongly depend on the speed at which the system reaches peak efficiency - the peak speed. Comparison of the criterion parameters of the analyzed variants showed that one of the sub-variants with two degrees of freedom is characterized by the highest efficiency. Systems with progressive and bistable elastic characteristics are also characterized by high peak efficiencies, but they also experience a strong decrease in efficiency as a result of the deviation of the operating speed from peak speed.

11.05.2023

