

1. Cel prowadzonych badań/hipoteza badawcza

Generator piezoelektryczny jest to urządzenie służące do przetwarzania energii mechanicznej na energię elektryczną poprzez wykorzystanie zjawisk w materiałach piezoelektrycznych. Przedmiotem najnowszych badań są generatory belkowe, zbudowane z materiału bazowego, nie wykazującego właściwości piezoelektrycznych oraz z kompozytu, złożonego z ceramiki piezoelektrycznej i osnowy polimerowej. Struktura belkowa generatora otrzymywana jest zwykle poprzez klejenie materiału bazowego z kompozytem piezoelektrycznym. Należy zauważyć, że w takich generatorach energia elektryczna jest pozyskiwana tylko przez te części struktury, które są wykonane z materiałów piezoelektrycznych oraz połączenie klejone wykazuje skłonność do degradacji pod wpływem zmiennych naprężeń i czynników zewnętrznych. Spostrzeżenia te są podstawą nowatorskiej koncepcji budowy generatorów piezoelektrycznych, w których zastosowany zostanie samonośny kompozyt piezoelektryczny, dzięki czemu zostanie wyeliminowana konieczność wprowadzania materiału bazowego. Proponowana budowa generatora umożliwi pozyskiwanie energii przez prawie całą strukturę belkową, co będzie prowadzić do zwiększenia efektywności przetwarzania energii w stosunku do klasycznych generatorów o klejonej strukturze belkowej. Wyeliminowane połączenia klejone, które jest wrażliwe na mikropęknięcia i starzenie, wydłuży czas eksploatacji generatora.

Celem projektu jest przeprowadzenie kompleksowej analizy zjawiska przetwarzania energii w belkowych generatorach o całkowicie zintegrowanej strukturze kompozytowej bez udziału warstwy z materiału bazowego przy modyfikacjach składu chemicznego oraz rozkładu przestrzennego ziaren lub warstw z ceramicznego materiału piezoelektrycznego w kompozycie, składu chemicznego osnowy polimerowej oraz konstrukcji belkowej generatora. Modyfikacje konstrukcji generatora będą realizowane w celu rozszerzenia pasma częstotliwości roboczych generatora. Projekt obejmie również badania trwałościowe opracowanych kompozytowych belek generatorów.

2. Zastosowana metoda badawcza/metodyka

Projekt składa się z czterech części, różniących się pod względem metodyki: modelowanie, symulacje komputerowe, badania laboratoryjne w zakresie materiałowym oraz badania laboratoryjne w zakresie pomiarowym. W modelowaniu akceptowalną zgodność wyników obliczeń i wyników badań eksperymentalnych zapewnią modele belkowych struktur kompozytowych oparte na teorii Eulera-Bernoulliego oraz teorii Timoshenki. Symulacje komputerowe zostaną wykonane w środowisku ANSYS z wykorzystaniem metody elementów skończonych i będą obejmować wybrane modele kompozytowych generatorów, opracowane w części modelowej i zweryfikowane eksperymentalnie w ramach badań laboratoryjnych. Badania laboratoryjne w zakresie materiałowym obejmą badania i wytworzenie ceramiczno-polimerowych materiałów kompozytowych ziarnistych oraz laminatów. W syntezie proszków zostanie wykorzystana klasyczna metoda syntezy w ciele stałym oraz metody specjalne: zol-żel i synteza hydrotermalna. Kompozyty ziarniste wytworzone zostaną poprzez bezpośrednie wymieszanie fazy ceramicznej z polimerem, a laminaty metodami opartymi na zawiesinach proszków oraz na fizycznym rozpraszaniu. W badaniach laboratoryjnych w zakresie pomiarowym wykorzystane zostaną metody eksperymentalne, obserwacji oraz analizy porównawczej.

3. Wpływ spodziewanych rezultatów na rozwój nauki, cywilizacji, społeczeństwa

Wyniki projektu przyczynią się do rozwoju dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa poprzez rozwój struktur kompozytowych, które mogą być wykorzystane w procesach przetwarzania energii mechanicznej na elektryczną. Wpływ na rozwój tych struktur będzie widoczny poprzez uzyskanie zmodyfikowanego składu chemicznego fazy piezoceramicznej i fazy polimerowej, zmodyfikowanego rozkładu tych faz w kompozycie lub poprzez wyeliminowanie ołowiu z fazy piezoceramicznej. Wszystkie te modyfikacje będą prowadzić do zwiększenia sprawności przetwarzania energii w stosunku do obecnie produkowanych kompozytów. Wyniki projektu przyczynią się również do rozwoju dziedziny naukowej mechatronika poprzez rozwój alternatywnych źródeł energii, generatorów piezoelektrycznych, dla mikro urządzeń, np. czujników. Rozwój ten widoczny będzie poprzez zwiększenie ilości pozyskiwanej energii elektrycznej przez generatory piezoelektryczne oraz poprzez wydłużenie czasu poprawnej pracy tych generatorów. Wyniki projektu przyczynią się także pośrednio do rozwoju dyscypliny naukowej automatyka i robotyka poprzez możliwość wykorzystania opracowanych struktur kompozytowych generatorów piezoelektrycznych w bezprzewodowych systemach monitorowania sterowanych procesów, co wpłynie na rozwój technologii i poprawę jakości życia człowieka poprzez rozwój monitorowania procesów inżynierskich lub parametrów otoczenia, np. temperatury.