

Tytuł projektu: Inżynieria entropowa oraz optymalizacja złącz w materiałach do efektywnej termoelektrycznej konwersji energii

Motywacja

Globalne zmiany klimatyczne, zanieczyszczenie środowiska i wzrost kosztów energii należą do najbardziej żywotnych problemów przed którymi stoi współczesne społeczeństwo. Termoelektryczna konwersja energii (TE), w połączeniu z rozwijanymi innymi technologiami energetycznymi, może przyczynić się do zrównoważenia zapotrzebowania energetycznego. Urządzenia TE z założenia są proste w konstrukcji, łatwo skalowalne od mocy rzędu μW do kW; a ze względu na brak ruchomych części mechanicznych są ciche w działaniu i wykazują długą żywotność bez potrzeby przeprowadzania czynności serwisowych. Odzysk ciepła odpadowego przez generatory TE może istotnie zmniejszyć zużycie paliw kopalnych oraz emisję gazów cieplarnianych w tym CO₂. Jednak dotychczasowe wykorzystywanie technologii termoelektrycznych jest ograniczone ze względu na bariery związane z niewysoką sprawnością urządzeń TE oraz wysokimi kosztami masowego wdrożenia do produkcji. Co więcej, nie zostały jeszcze rozwiązane do końca szczegółowe zagadnienia technologiczne związane m.in. z łączeniem poszczególnych materiałów w urządzeniach, a także wyeliminowaniem udziału pierwiastków toksycznych. Opracowanie materiałów z lekkich stopów TE, będących przedmiotem projektu, może pozwolić na szerokie wykorzystanie tych technologii w szczególności w transporcie (motoryzacja, lotnictwo). Materiały z grupy argyrodytów i roztworów stałych na bazie krzemku magnezu, pozwolą sprostać postawionym wyzwaniom.

Cel projektu

Celem projektu jest opracowanie wysokosprawnych materiałów termoelektrycznych do zastosowania w tanich i ekologicznych przetwornikach energii. Proponujemy wykorzystać następujące strategie badawcze dla realizacji celu projektu:

1. Zastosowanie podejścia inżynierii entropowej Entropy Engineering (EE) poprzez optymalizację struktury elektronowej dla zwiększenia efektywności termoelektrycznej konwersji energii.
2. Wykorzystanie w celu poprawy właściwości TE szczególnych efektów kwantowych występujących na granicach faz w wielofazowych materiałach nanokompozytowych.
3. Gruntowne zbadanie zjawisk odpowiedzialnych za opory elektryczne i cieplne na styku materiału TE z metalową elektrodą mających wpływ na sprawność przetworników termoelektrycznych.

Opis badań

W projekcie skupimy się na badaniach dwóch obiecujących grup materiałów termoelektrycznych, tj. argyrodytów i stopów krzemków magnezu. Główne aspekty badań dotyczą: i) przygotowania i charakterystyki materiałów termoelektrycznych ii) badania efektów występujących na granicach międzyziarnowych iii) zewnętrznych złącz metal-półprzewodnik oraz iv) konstrukcji prototypowej termoelektrycznej termopary w celu potwierdzenia sprawności konwersji energii. Przy realizacji projektu zastosujemy unikalne metody pomiaru lokalnych w nanoskali właściwości transportowych, które pozwolą na optymalizację parametrów termoelektrycznych materiałów.

Oczekiwane rezultaty

Głównym rezultatem projektu będą nowe, wysokosprawne oraz lekkie i tanie materiały funkcjonalne nadające się do budowy konwerterów TE. W ramach projektu proponujemy rozwinięcie i weryfikację kilku nowatorskich koncepcji naukowych prowadzących w końcowym efekcie do zwiększenia sprawności konwersji energii. W szczególności z zweryfikowana zostanie koncepcja synergicznego połączenia inżynierii entropowej z wykorzystaniem efektów złączowych w badanych materiałach.