

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU (W JĘZYKU POLSKIM)

W dobie rosnącego zapotrzebowania cywilizacyjnego na energię, które powoduje wzrost cen paliw jak i samej energii niebagatelne znaczenie ma pozyskiwanie jej z nowych źródeł, w tym odzysk z ciepła odpadowego. Nasza cywilizacja generuje ogromne ilości takiego ciepła np. korzystając z silników spalinowych, w których zaledwie około 2/3 energii zamieniane jest na użyteczną energię kinetyczną, a reszta jest w większości rozpraszana w postaci ciepła. Jedną z potencjalnych technologii, które mogłyby umożliwić odzysk tak traconej energii i zamienić ją na użyteczną energię elektryczną są generatory termoelektryczne. Wykorzystują one zjawiska zachodzące w materiałach termoelektrycznych - grupie związków, głównie o właściwościach półprzewodnikowych, których właściwości pozwalają na bezpośrednią konwersję pomiędzy energią cieplną a elektryczną. Dzięki prostocie konstrukcji i bezobsługowości znajdują one zastosowanie przede wszystkim w przenośnych i miniaturowych urządzeniach chłodzących oraz w generatorach termoelektrycznych pracujących w ekstremalnych warunkach, takich jak przestrzeń kosmiczna. Ograniczeniem w szerszym wykorzystaniu jest ich sprawność, związana wprost z efektywnością samych materiałów termoelektrycznych, wynosząca około 5%. Jednak w ostatnich piętnastu latach udało się opracować nowe materiały o zdecydowanie lepszych właściwościach, których wykorzystanie umożliwi uzyskanie sprawności generatora TE dochodzącej do 18%. Jedną z głównych przeszkód w konstrukcji takiego urządzenia jest zapewnienie ochrony przed utlenianiem i degradacją materiałów TE pracujących w wysokich temperaturach, niezbędnych do uzyskania wysokiej sprawności generatora. Dlatego celem przedstawianego projektu jest opracowanie kompleksowych metod zwiększania trwałości chemicznej wybranych nowoczesnych materiałów termoelektrycznych. Kompleksowość proponowanych rozwiązań dotyczy zarówno sposobów ochrony, która przewiduje opracowanie powłok zabezpieczających przed utlenianiem oraz odpowiedniej modyfikacji samego materiału termoelektrycznego jak i podejścia do problemu łączącego zaawansowane metody kwantowe do modelowania numerycznego materiałów wykorzystujące moc obliczeniową superkomputerów z wyrafinowanymi metodami eksperymentalnymi służącymi do tworzenia modeli teoretycznych jak i do ich weryfikacji.

W projekcie wybrano do badań materiały termoelektryczne bazujące na nowych ale stosunkowo dobrze poznanych i posiadających znakomite właściwości termoelektryczne CoSb_3 i Mg_2Si oraz na Cu_2S , który jest związkiem badanym pod kątem właściwości termoelektrycznych od niedawna, ale posiadającym spektakularnie dobre właściwości. Wszystkie te związki w temperaturze pracy ulegają w powietrzu utlenianiu.

Jako warstwy zabezpieczające planowane jest wykorzystanie tzw. czarnych szkieł – nowoczesnych materiałów amorficznych otrzymywanych na drodze zol-żel poprzez hydrolizę odpowiednich związków krzemoorganicznych. Ze względu na istnienie w ich strukturze wiązań Si-C charakteryzują się one bardzo dobrymi właściwościami chemicznymi i mechanicznymi. Wstępne badania pokazały, że wykonanie takich powłok jest możliwe na różnych materiałach termoelektrycznych. Planuje się również wytworzenie powłok ze związków kompatybilnych chemicznie i fizycznie do wybranych termoelektryków, które zapewniłyby utworzenie trwałej powłoki pasywacyjnej na ich powierzchni. Trwałość powłok i skuteczność ochrony badana będzie następnie przez charakteryzację struktury i właściwości materiałów termoelektrycznych przed i po długotrwałym wygrzewaniu w powietrzu.

W syntezie i charakteryzacji otrzymywanych materiałów i powłok zostanie wykorzystany szeroki wachlarz zaawansowanych metod. Bogate doświadczenie zespołu w dziedzinie materiałów termoelektrycznych, powłok szklanych oraz badań nad korozją wysokotemperaturową pozwoli, oprócz otrzymania założonych materiałów i warstw, na analizę uzyskanych danych i stworzenie odpowiednich modeli strukturalnych badanych materiałów oraz symulowanych zjawisk do prowadzonych równoległe obliczeń komputerowych. Rezultaty tych obliczeń będą na bieżąco wykorzystywane w modyfikacjach materiałów (dobór ilości domieszki) i powłok co pozwoli na znaczne przyspieszenie i ograniczenie kosztów opracowania skutecznych sposobów podnoszenia trwałości materiałów termoelektrycznych.

Przeprowadzone badania pozwolą na istotny rozwój w dziedzinie badań materiałowych materiałów termoelektrycznych, powłok szklanych, poznanie mechanizmów wpływających na trwałość chemiczną materiałów termoelektrycznych i na lepsze poznanie procesów ich wysokotemperaturowego utleniania. Znalezienie skutecznych sposobów zabezpieczania wysokowydajnych materiałów termoelektrycznych przed korozją umożliwi też stworzenie generatorów termoelektrycznych o wyższej sprawności i ich praktyczne zastosowanie prowadzące do ograniczenia globalnego zużycia energii.