

Mgr inż. Ewa Kozak – Jagieła

*Modelowanie i badania eksperymentalne wymiany ciepła dla nowego aktywnego układu chłodzenia paneli fotowoltaicznych*

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Jednym z największych wyzwań gospodarczych obecnych czasów jest przejście z paliw kopalnych na rzecz gospodarki o zerowej emisji. W tym celu UE podjęła szereg inicjatyw, które zapewnią czystą i sprawiedliwą transformację energetyki we wszystkich obszarach gospodarczych. Wprowadzony w 2016 r. pakiet „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków” jest określany jako najbardziej ambitny zbiór propozycji w dziedzinie energetyki. Jednym z obszarów, które obejmuje pakiet jest objęcie światowego przywództwa w wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii, co w praktyce oznacza osiągnięcie celu w postaci 32% udziału odnawialnych źródeł energii do roku 2030. Drugi obszar dotyczy efektywności energetycznej i ma na celu osiągnięcie co najmniej 32,5% poziomu efektywności zużycia energii.

Aktualnie więcej niż połowa energii w Unii Europejskiej pochodzi z importu, w szczególności ropy naftowej i gazu. W Polsce głównym filarem energetycznym jest nadal węgiel. Udział tego surowca w produkcji energii elektrycznej w 2019 r. wynosił 73,6 %. Natomiast import paliw w naszym kraju przeciągu ostatniej dekady wzrósł o 60 %. Szacuje się, że w 2030 r. w Polsce zaczną wyczerpywać się złoża węgla brunatnego. Konieczne jest zatem szukanie rozwiązań alternatywnych, które pozwolą na zaspokojenie coraz bardziej rosnących potrzeb dotyczących zużycia energii. Rozwiązaniem jest inwestycja w odnawialne źródła energii, które w ostatnich latach dzięki postępowi technologicznemu rozwijają się w prężny sposób. W 2018 r. energia pochodząca z odnawialnych źródeł energii stanowiła 21,1 % całkowitego zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.

Głównymi źródłami energii odnawialnej jest wiatr, słońce i biopaliwa stałe. Energia słoneczna w przeciwieństwie do energii wiatrowej nie jest tak silnie uzależniona od warunków klimatycznych, dlatego może być wykorzystywana niezależnie od lokalizacji. W 2018 r. przemysł fotowoltaiczny wyprodukował ok. 113 GWp modułów fotowoltaicznych. Jednak pomimo wzrostu zainteresowania technologią fotowoltaiczną i spadku cen modułów, konwersja energii słonecznej na elektryczną nadal jest stosunkowo niska. Nie został również rozwiązany problem nadmiernego przegrzewania się paneli i spadku ich wydajności. Przeprowadzona analiza literaturowa wykazała szereg rozwiązań mających na celu rozwiązanie tego problemu jednak nie znaleziono rozwiązania,

które pozwalałyby na uzyskanie zadowalających efektów i charakteryzowałyby się prostotą rozwiązania i uniwersalnością.

W niniejszej pracy podjęto próbę opracowania modelu matematycznego dla układu chłodzenia paneli PV, który pozwoliłby na przewidywanie uzysków energii elektrycznej i cieplnej z układu w zmiennych warunkach klimatycznych. Przeprowadzono symulacje, które miały na celu dobór najlepszego ułożenia rur chłodzących odpowiedzialnych za efektywny odbiór ciepła z instalacji, a następnie przeprowadzono walidację obliczeń numerycznych na podstawie danych z instalacji badawczej. Do badań nad aktywnym układem chłodzenia paneli PV wykorzystano stanowisko badawcze opracowane i zrealizowane w ramach projektu HySOL „Wysokosprawny system konwersji energii słonecznej na ciepłą i elektryczną dla budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej”. Projekt realizowany w latach 2017 – 2020 przez Katedrę Energetyki jest współfinansowany przez NCBiR w ramach II konkursu polsko-niemiecka współpraca na rzecz zrównoważonego rozwoju – STAIR. Stanowisko znajduje się na kampusie Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej.

Pierwsza część pracy obejmuje charakterystykę promieniowania słonecznego jako źródła energii, opis promieniowania słonecznego a także sposób konwersji energii słonecznej z wykorzystaniem efektu fotowoltaicznego. Scharakteryzowano również aktualnie dostępne na rynku technologie fotowoltaiczne.

W rozdziałach 3 – 5 opisano podstawowe parametry charakteryzujące ogniwa fotowoltaiczne oraz wpływ czynników zewnętrznych na działanie ogniw. Następnie, w rozdziale 6 przedstawiono sposoby zwiększania produkcji energii elektrycznej z paneli PV. Omówiono układy nadążne za słońcem oraz przedstawiono dotychczasowy stan wiedzy dotyczący układów chłodzenia paneli fotowoltaicznych. Scharakteryzowano aktywne i pasywne systemy chłodzenia oraz czynniki robocze najczęściej wykorzystywane do obniżania temperatury paneli. Przeprowadzona analiza literaturowa miała na celu uporządkowanie dotychczasowej wiedzy z tego zakresu

Główne osiągnięcie pracy zostało opisane w rozdziałach 8 – 11 i dotyczy opracowania modelu numerycznego zaproponowanego układu chłodzenia paneli PV, jego walidację eksperymentalną oraz optymalizację ilości i sposobu rozmieszczenia rur w radiatorze. W pierwszej kolejności przedstawiono równania transportu energii, zakładające trójwymiarowy rozkład temperatury w poszczególnych warstwach panelu PV: w szkle, folii ochronnej, panelu PV, aluminiowej podstawie i rurach chłodzących, oraz jednowymiarowy rozkład temperatury czynnika chłodzącego. Następnie opracowano model chłodzenia paneli PV, który pozwolił na zaprojektowanie układu chłodzenia, w taki sposób, aby możliwy był jak najlepszy odbiór ciepła

z paneli PV. Weryfikację opracowanego układu chłodzenia przeprowadzono poprzez porównanie otrzymanych wyników symulacji z badaniami przeprowadzonymi na istniejącym stanowisku badawczym.

Ostatnia część pracy zawiera podsumowanie, analizę wyników oraz wnioski wynikające z przeprowadzonych badań eksperymentalnych.