

## Streszczenie rozprawy doktorskiej

mgr inż. **KONRAD MOTYLIŃSKI**

temat: ***Modelowanie dynamiki pracy modułów do produkcji wodoru lub energii elektrycznej i ciepła, opartych na stałotlenkowych ogniwach elektrochemicznych***

dziedzina: nauki inżyniersko-techniczne

dyscyplina: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

promotor pracy: prof. dr hab. inż. Jarosław Milew - Politechnika Warszawska Wydział MEiL

promotor pomocniczy - dr hab. inż. Jakub Kupecki, prof. IE - Instytut Energetyki

recenzenci:

dr hab. inż. Anna Skorek-Osikowska, prof. uczelni - Politechnika Śląska

dr hab. inż. Grzegorz Brus, prof. AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza

Niniejsza rozprawa doktorska poświęcona jest technologii stałotlenkowych ogniw elektrochemicznych (ang. Solid Oxide Cells, SOC), która jest jednym z rozwiązań dla sektora energetycznego w zakresie efektywnej produkcji energii oraz jej magazynowania. Głównym celem pracy było zbadanie, z zastosowaniem narzędzi numerycznych, przełączania pracy ogniwa SOC pomiędzy trybem elektrolizera (ang. Solid Oxide Electrolyzer, SOE) a trybem ogniwa paliwowego (ang. Solid Oxide Fuel Cells, SOFC) oraz w przeciwnym kierunku. Przechodzenie pomiędzy wspomnianymi trybami pracy jest procesem dynamicznym

i w związku z tym, konieczne było zaprojektowanie, stworzenie i skalibrowanie dedykowanego modelu stosu ogniw SOC, który umożliwi symulacje stanów ustalonych i nieustalonych.

W ramach prowadzonych prac zostało opracowane narzędzie numeryczne, którego błąd predykcji nie przekracza 4%. Umożliwia ono badanie wpływu poszczególnych parametrów wejściowych układu na charakterystykę stosu podczas przełączania pomiędzy SOFC i SOE oraz określenia optymalnego sposobu sterowania stosem i kompletną instalacją.

Rozprawa doktorska została podzielona na cztery części. W pierwszej skupiono się na przedstawieniu technologii SOC. Opisana została konstrukcja i sposób działania ogniw

z uwzględnieniem ich poszczególnych komponentów. Następnie zaprezentowano koncepcję łączenia ogniw w stosy, dzięki którym, w zależności od konstrukcji i konfiguracji, możliwa jest produkcja energii elektrycznej i/lub wodoru na poziomie od kilku kilowatów do kilkudziesięciu megawat. Ostatnim punktem pierwszej części rozprawy było przedstawienie dostępnych na rynku rozwiązań komercyjnych związanych z technologią SOC.

W drugiej części rozprawy przedstawiono przegląd literatury poświęcony tematyce modelowania i symulacji pracy stałotlenkowych ogniw elektrochemicznych, zarówno

w stanach ustalonych jak i nieustalonych. Etap ten został podzielony ze względu na rodzaje modeli, począwszy od zerowymiarowych po trójwymiarowe, z wyszczególnieniem ich wad oraz zalet. W związku z ograniczoną liczbą artykułów opisujących modelowanie odwracalnych stałotlenkowych ogniw elektrochemicznych (ang. reversible Solide Oxide Cells, rSOC), co jest przedmiotem niniejszej rozprawy, przeprowadzono dokładną analizę tych prac.

Opracowane, autorskie narzędzie numeryczne zostało przedstawione w trzeciej części rozprawy. Szczegółowo opisano zastosowaną w pracy metodologię, skupiając się na zagadnieniach elektrochemicznych, cieplnych i związanych ze sterowaniem. Przygotowany model przeszedł dokładny proces walidacji w oparciu o dane z eksperymentów wykonanych

w Instytucie Energetyki. Tak skalibrowane narzędzie obliczeniowe zostało następnie wykorzystane do przeprowadzenia szeregu symulacji, których celem było zbadanie wpływu zmiany poszczególnych parametrów operacyjnych na osiągi i zachowanie stosów ogniw rSOC działając w stanie przejściowym pomiędzy trybem ogniwa paliwowego a elektrolizy.

W czwartej, ostatniej części rozprawy przedstawiono wnioski oraz podsumowanie zrealizowanych prac badawczych. Przedstawione rozwiązanie znacząco usprawnia i rozszerza metody prowadzenia badań symulacyjnych w zakresie modelowania stanów nieustalonych

w stosach rSOC, w tym stanów przejściowych w trakcie przełączania się trybami SOE i SOFC. Cel pracy został osiągnięty, a opracowane narzędzie numeryczne może zostać wykorzystane do realizacji złożonych obliczeń zarówno w pracach B+R, jak i przy projektowaniu w pełni funkcjonalnych instalacji z ogniwami rSOC.