

Zrównoważony rozwój gospodarczy, który w XXI wieku stał się celem priorytetowym w wielu krajach o wysokim poziomie industrializacji, nie będzie możliwy do osiągnięcia bez uprzedniego rozwiązania problemu magazynowania energii elektrycznej. Jedno z bardziej obiecujących rozwiązań w tym zakresie zakłada wykorzystanie zjawiska elektrolizy do wytwarzania wodoru z nadwyżek energii elektrycznej, przy użyciu stałotlenkowych elektrolizerów typu SOEC (ang. **Solid Oxide Electrolyzer Cells**). Do budowy elektrolizerów SOEC stosowane są te same materiały oraz rozwiązania konstrukcyjne, co w ogniwach paliwowych SOFC (ang. **Solid Oxide Fuel Cell**). W obu przypadkach pojedyncze komórki elektrochemiczne, złożone z katody, anody oraz stałotlenkowego elektrolitu, łączone są w stos za pomocą metalicznych interkonektorów. Łączna liczba komórek decyduje o całkowitej mocy tych urządzeń. **Okazało się jednak, że degradacja korozyjna elektrolizera SOEC zachodzi szybciej niż ogniwa paliwowego SOFC, co związane jest z odwróceniem kierunku reakcji elektrochemicznej oraz użyciem innych składów gazowych mieszanin. W szczególności dotyczy to korozji interkonektorów od strony anodowej.** Ekstremalne warunki eksploatacyjne elektrolizerów SOEC, na które składają się: agresywne działanie utleniająco-redukującego środowiska gazowego, temperatura pracy powyżej 700°C oraz okres bezawaryjnej pracy sięgający 40,000 godzin, zmuszają do sięgnięcia po materiały o odpowiednio dobranych właściwościach mechanicznych, strukturalnych i fizykochemicznych. Między innymi materiały te powinny cechować wysoka stabilność termiczna, dobra odporność na korozję wysokotemperaturową, odpowiednio dopasowany współczynnik rozszerzalności cieplnej do pozostałych elementów ogniwa, a także niski poziom powierzchniowej rezystancji elektrycznej ASR (ang. **Area Specific Resistance**), który nie powinien przekraczać  $0,1\Omega\cdot\text{cm}^2$ . Obecnie obserwuje się wzrost zainteresowania interkonektorami wykonanymi z wysokochromowych stali ferrytycznych. Wynika to z łatwej obróbki mechanicznej tych stali, zbliżonego do elementów ceramicznych elektrolizera współczynnika rozszerzalności cieplnej, a także wysokiego przewodnictwa cieplnego i elektrycznego. Głównym problemem związanym z zastosowaniem interkonektorów wykonanych ze stali ferrytycznej jest wzrost ich powierzchniowej rezystancji elektrycznej ASR, który jest spowodowany procesem korozji. Na w/w stalach powstaje dobrze przyczepna do metalu ochronna zgorzelina  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , która choć charakteryzuje się stosunkowo niskim przewodnictwem elektrycznym, to jednak przez cały okres eksploatacji elektrolizera zwiększa swoją grubość, przez co przekłada się na stopniowy wzrost jego oporu wewnętrznego. Ponadto tlenek  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  w wyniku reakcji chemicznej z tlenem oraz parą wodną tworzy lotne związki chromu. Następstwem tego niepożądanego zjawiska jest tzw. "efekt zatrucia elektrod" prowadzący do spadku sprawności energetycznej urządzenia. W celu ograniczenia tego niekorzystnego efektu, na powierzchnię gotowych interkonektorów nanosi się powłoki ochronno-przewodzące. Aktualnie szczególnym zainteresowaniem cieszą się powłoki na bazie spinelu manganowo-kobaltowego. Związki kobaltu w świetle unijnych regulacji prawnych traktowane są jednak jako czynnik rakotwórczy. Wynika stąd konieczność ich wyeliminowania ze składu ceramicznych materiałów powłokowych i zastąpienia związkami nietoksycznymi. Rozwiązaniem tego problemu mogą być powłoki wykonane ze spinelu miedziowo-manganowego. Do nanoszenia jednorodnych i ciągłych powłok spinelowych stosować można wiele metod, niemniej jednak najbardziej perspektywiczna pod kątem szerokiej komercjalizacji wydaje się metoda osadzania elektroforetycznego, gdyż jest ona tania i pozwala na obustronne pokrywanie podłoży o znacznych rozmiarach. Słabą stroną tej metody są trudności w otrzymywaniu powłok zwartych. Powłoki pozbawione porowatości można próbować uzyskać stosując dwuetapową obróbkę termiczną. Etap pierwszy obejmuje redukcję składników powłoki, natomiast etap drugi jej resyntezę w powietrzu w celu dogęszczenia. Dwuetapową obróbkę termiczną prowadzi się zazwyczaj w atmosferze mieszaniny  $\text{Ar}-10\%\text{H}_2$  w warunkach wysokiej temperatury, co w pewnym stopniu podwyższa koszty tego rozwiązania. **Niniejszy projekt badawczy będzie skupiał się na modyfikacji metody elektroforetycznego nanoszenia powłok ceramicznych, która polegać będzie na współosadzaniu na powierzchni stali ferrytycznej powłoki spinelowej i nanocząstek metalicznej miedzi.** Do chwili obecnej prace w tym zakresie prowadzone były pod kątem optymalizacji parametrów dwuetapowej obróbki termicznej. W proponowanym w ramach tego projektu rozwiązaniu, współosadzanie nanocząstek i spinelu powinna pozwolić na wytworzenie powłok o wymaganych parametrach użytkowych przy zastosowaniu jednoetapowej obróbki termicznej w stosunkowo niskiej temperaturze. Zaowocowałyoby to między innymi obniżeniem kosztów wytwarzania. Podsumowując należy stwierdzić, że wódór ma szansę stać się w najbliższych latach jednym z wiodących nośników energii. Aby jednak było to możliwe, koszty wytwarzania urządzeń do elektrochemicznej konwersji energii muszą być dostatecznie niskie, co jest warunkiem komercjalizacji tej technologii na szeroką skalę. Jedną z dróg do tego prowadzących jest obniżenie kosztów materiałowych, np. poprzez zastosowanie tańszych materiałów, które poddane by zostały modyfikacji w celu zapewnienia im wymaganych właściwości. Przykładem tego może być stal ferrytyczna o obniżonej zawartości chromu pokryta odpowiednią powłoką ochronno-przewodzącą. Projekt ten wychodzi naprzeciw tym wyzwaniom, ponieważ z jednej strony wykorzystuje dostępne na rynku tańsze materiały, a z drugiej dąży do obniżenia kosztów modyfikacji zapewniającej im odpowiednie parametry użytkowe.