

Politechnika Śląska
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Rozprawa doktorska

**Wyznaczenie charakterystyk alkalicznego generatora
wodoru**

mgr inż. Michał Jurczyk

Promotor: Prof. dr hab. inż. Janusz Kotowicz

Promotor Pomocniczy: dr inż. Włodzimierz Ogulewicz

Gliwice 2018

Autor: mgr inż. Michał Jurczyk

Politechnika Śląska

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

ul. Konarskiego 18 Gliwice 44-100

email: Michal.Jurczyk@polsl.pl

Promotor: Prof. dr hab. inż. Janusz Kotowicz

Politechnika Śląska

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

ul. Konarskiego 18 Gliwice 44-100

email: Janusz.Kotowicz@polsl.pl

Promotor Pomocniczy: dr inż. Włodzimierz Ogulewicz

Politechnika Śląska

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

ul. Konarskiego 18 Gliwice 44-100

email: Wlodzimierz.Ogulewicz@polsl.pl

Streszczenie

W pracy przedstawiono wybrane technologie umożliwiające magazynowanie energii w systemach energetycznych, w tym także technologie wykorzystujące wodór jako nośnik energii. Zaprezentowano również przegląd wybranych typów elektrolizerów odpowiedzialnych za proces wytwarzania wodoru w procesie elektrolizy wody. Głównym celem pracy było wyznaczenie charakterystyk generatora wodoru pracującego w środowisku alkalicznym wyposażonego w dwa elektrolizery typu AEM oraz określenie możliwości współpracy badanego urządzenia ze źródłami zasilania charakteryzującymi się zmienną w czasie ilością dostarczanej energii elektrycznej. Cechą charakterystyczną pracy jest wyznaczenie charakterystyk badanego układu w funkcji mocy względnej elektrolizerów lub mocy względnej generatora wodoru. Na podstawie uzyskanych wyników badań obliczono sprawność elektrolizerów (η_{EC}). Przebadane elektrolizery uzyskały największą sprawność wynoszącą 79% dla 0,51 swojej mocy względnej. Wyznaczono charakterystyki prądowo - napięciowe obu elektrolizerów oraz obliczono ich energochłonność. Wyznaczono przebieg charakterystyk sprawności przetwornic AC/DC, które odpowiadają za proces przetwarzania prądu przemiennego na prąd stały. Uwzględniając moc urządzeń pomocniczych obliczono wskaźnik potrzeb własnych generatora wodoru oraz jego sprawność (η_G). Generator wodoru najwyższą sprawność wynoszącą około 60% uzyskano dla mocy nominalnej (przy maksymalnej wydajności urządzenia). Generator wodoru przebadano także w różnych stanach pracy jak i również pod kątem jego reakcji na nagłe zmiany wartości natężenia prądów zasilających elektrolizery. Przeprowadzone badania wykazały, iż szybka reakcja na skokowe zmiany natężenia prądu zasilającego możliwa jest tylko w przypadku pracy ciągłej instalacji generatora wodoru, ponieważ proces stabilnej pracy instalacji rozpoczyna się po upływie 450 s od startu ze stanu zimnego urządzenia oraz po upływie około 400 s od startu urządzenia ze stanu ciepłego. W ramach rozprawy doktorskiej wyznaczono również niepewności pomiarowe poszczególnych wielkości fizycznych

mierzonych w obrębie instalacji generatora wodoru. W przeprowadzonych obliczeniach uwzględniono niepewności standardowe typu A oraz B, niepewność całkowitą, złożoną, a także niepewność rozszerzoną (współczynnik rozszerzenia $k=3$). Wykorzystując wskaźnik NPV wykonano uproszczoną analizę ekonomiczną instalacji generatorów wodoru. Za układ referencyjny przyjmując instalację o parametrach: jednostkowy koszt inwestycyjny $k_G = 630 \text{ €/kW}$ ($\sim 2620 \text{ zł/kW}$), czas pracy instalacji $\tau_G = 2920$ godzin rocznie (8 godzin dziennie), moc instalacji $P_G = 10 \text{ MW}$, sprawność instalacji generatorów wodoru $\eta_G = 80\%$ oraz żywotności $100\,000 \text{ h}$. Celem analizy ekonomicznej było wyznaczenie granicznej ceny sprzedaży wodoru, wytworzonego w procesie elektrolizy. Obliczenia ekonomiczne wykonano dla trzech różnych przypadków: zakładając koszty operacyjne instalacji $K_{OP} = 0$ oraz darmową energię elektryczną dostarczaną do instalacji generatorów wodoru, przyjmując koszty operacyjne instalacji $K_{OP} = 0$ oraz trzeci wariant wyznaczono przy uwzględnieniu kosztów operacyjnych K_{OP} w których skład wchodził koszt zakupu wody demineralizowanej, wynagrodzenie pracowników oraz koszty okresowych przeglądów i napraw instalacji.