

# Streszczenie

Rosnąca populacja Ziemi zużywa coraz większe ilości energii elektrycznej. Aktualnie, głównym źródłem prądu są elektrownie konwencjonalne, których działanie opiera się na spalaniu paliw kopalnych. Efektem tego jest bezpowrotne zużywanie się zasobów naturalnych ziemi, dewastacja środowiska, a także nadmierna produkcja CO<sub>2</sub> odpowiadającego za ocieplanie się klimatu. Wszystkie te czynniki prowadzą do zmian na Ziemi, które mogą mieć katastrofalne skutki jeszcze za naszego życia – topienie się lodowców, kurczenie się zasobów wody pitnej, wysokie temperatury czy coraz częstsze huragany. Żeby zatrzymać postęp tych zmian potrzebne są nowe źródła energii, które będą źródłami odnawialnymi, dzięki czemu nie będą w tak dużym stopniu ingerować w środowisko. Jedną z najszybciej rozwijających się metod generacji prądu w ostatnich latach jest fotowoltaika. Wykorzystanie energii wysyłanej na Ziemię przez najbliższą nam gwiazdę w postaci promieniowania elektromagnetycznego może całkowicie zaspokoić globalne zapotrzebowanie na elektryczność. Aby mogło się tak stać, potrzebne są kolejne inwestycje i badania nad ogniwami słonecznymi.

Zwiększenie efektywności urządzeń fotowoltaicznych pod względem kosztów można uzyskać na wiele sposobów. Pierwszym przychodzącym na myśl jest oczywiście zwiększenie sprawności konwersji energii słonecznej w elektryczną. Jednakże, podchodząc do sprawy praktycznie, należy także obniżyć koszty produkcji, zapewnić skalowalne metody tworzenia ogniw, a także zwiększyć ich żywotność. Biorąc pod uwagę wszystkie te czynniki, skupiłem się na wdrożeniu ich w badaniach nad ogniwami barwnikowymi, należących do trzeciej generacji ogniw słonecznych.

Na początku przedstawione zostaną wyniki badań nad zwiększeniem sprawności ogniw. Nie zmieniając oryginalnej architektury ogniwa zaproponowanej przez jego twórcę – M. Grätzela, udało się znacznie podnieść adhezję barwnika do mezoporowatej warstwy tlenku tytanu(IV). Efekt ten uzyskano czyszcząc ją za pomocą ozonu indukowanego światłem UV, który usunął z jego powierzchni zanieczyszczenia organiczne pozostałe po procesie wypalania pasty tytanowej. Obecność pozostałości organicznych potwierdzona została metodami spektroskopii Ramana i spektroskopii FTIR. Zwiększenie przyłączonych molekuł barwnika wyznaczono za pomocą pomiarów absorpcji i fotoluminescencji wybarwionych warstw TiO<sub>2</sub>. Ponadto, dzięki metodzie spektrometrii mas jonów wtórnych pokazano, że zwiększenie adsorpcji molekuł barwnika dotyczy głównie warstw przypowierzchniowych. W wyniku zastosowania czyszczenia metodą ozonowania, sprawność ogniw zwiększyła się średnio z 4,59 do 5,89%.

Następne badania dotyczyły zastosowania warstwy blokującej elektrony, która zapobiega rekombinacji nośników ładunku na granicy FTO i elektrolitu. Ten niekorzystny proces prowadzi do zmniejszenia ilości elektronów, które docierają do elektrody zbierającej, a co za tym idzie – do pogorszenia sprawności ogniwa. W celu depozycji nanometrycznej grubości powłoki wybrano metodę napyłania magnetronowego, będącego przykładem metody fizycznego osadzania z fazy gazowej (PVD). Technika jest dobrze znana w przemyśle i nauce. Jej zaletami są m.in. wysoka precyzja grubości i jakości powłok, a także możliwość skalowania na duże

powierzchnie. Przed depozycją pasty tytanowej podłoża FTO pokryte zostały ok. 30 nanometrową powłoką  $\text{TiO}_2$ , która scharakteryzowana została metodami profilometrii optycznej, spektroskopii dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego, spektroskopii Ramana, skaningową mikroskopią elektronową czy mikroskopią sił atomowych. Dzięki zastosowaniu warstwy blokującej elektrony, sprawność ogniw o rozmiarach laboratoryjnych zwiększyła się średnio z 4,67 do 6,07%.

W kolejnym rozdziale skupiono się na nowatorskiej metodzie depozycji nanocząstek platyny, których funkcja w ogniwach barwnikowych polega na katalizowaniu odwracalnej reakcji redoks w elektrolicie ciekłym. Przedstawiona metoda jest połączeniem depozycji w przesuwym menisku oraz elektrodepozycji. Co istotne, daje się skalować na duże powierzchnie i umożliwia łatwą kontrolę stopnia pokrycia substratu platyną. Otrzymane struktury zobrazowane zostały metodami skaningowej mikroskopii elektronowej a także spektroskopii dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego. Otrzymane nanocząstki były niemalże idealnie sferyczne, lecz posiadały duży rozrzut wielkości. Właściwości elektrokatalityczne zbadano za pomocą woltamperometrii cyklicznej. Wykazano, że zwiększenie stopnia pokrycia zwiększa efektywność katalityczną układu FTO/Pt w szczególności w porównaniu do nanocząstek przygotowanych tradycyjną metodą sitodruku z zastosowaniem pasty platynowej. Gotowe ogniwa słoneczne zawierające katody wykonane z różnymi prądami elektrodepozycji wykazały porównywalne, a nawet wyższe sprawności (4,84-5,45%) w porównaniu z katodami przygotowanymi metodą sitodruku (5,14%).

Ostatni rozdział poświęcony został wymianie elektrolitu ciekłego, który ze względu na dużą prężność par jest niepraktyczny do zastosowań komercyjnych. Nowatorskie polimerowe elektrolity żelowe przygotowane zostały przez Wojskowy Instytut Techniki Inżynierskiej z Wrocławia a następnie wykorzystane do przygotowania laboratoryjnych rozmiarów ogniw barwnikowych. Spośród wszystkich z nich najwyższą sprawność 5,07% wykazał ten bazujący na mieszaninie PVDF-HFP:PAB w stosunku wagowym 9:1. W trakcie testów starzeniowych pokazano, że sprawność elektrolitu w ciągu sześciu tygodni zmalała jedynie o ok. 7% a następnie ustabilizowała się