

**ECTS – Arkusz przedmiotu**

<b>Kod</b>		<b>Nazwa przedmiotu</b>	<b>Materiały i procesy w ogniwach paliwowych</b>				
<b>Prowadzący przedmiot</b>	dr Jacek Marzec, dr inż. Konrad Świerczek						
<b>Osoby prowadzące zajęcia</b>							
<b>Klasa przedmiotu</b>	<b>Specjalnościowy</b>		<b>Rodzaj przedmiotu</b>		<b>Obowiązkowy</b>		
<b>Wydział</b>	<b>Energetyki i Paliw</b>						
<b>Kierunek</b>	<b>Energetyka</b>						
<b>Rodzaj studiów</b>	<b>Stacjonarne</b>		<b>Stopień studiów</b>		<b>Studia II stopnia</b>	<b>Semestr</b>	<b>3</b>
<b>Rodzaje zajęć Liczba godzin</b>	<b>Suma</b>	<b>Wykłady</b>	<b>Ćwiczenia</b>	<b>Laboratoria</b>	<b>Seminaria</b>	<b>Projekty</b>	<b>ECTS</b>
	75	30	30	15	0	0	6
<b>WWW</b>							
<b>Uwagi</b>							
<b>Cel przedmiotu - zdobyte umiejętności</b>							
<p>Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z technologią ogniw paliwowych; ze stosowanymi materiałami elektrodowymi i elektrolitowymi a także przebiegiem procesów elektrodowych, w szczególności procesów katalizy. Student po zaliczeniu tego przedmiotu powinien umieć identyfikować i rozwiązywać zagadnienia materiałowe związane z konstrukcją i aplikacją ogniw paliwowych.</p>							
<b>Streszczenie przedmiotu</b>							
<p>W ramach przedmiotu zostaną omówione podstawowe zagadnienia związane z budową i zasadą działania wysokotemperaturowych ogniw tlenkowych typu SOFC, IT-SOFC a także ogniw MCFC oraz niskotemperaturowych ogniw typu PEM. Przedmiot zawiera omówienie podstawowych zagadnień dotyczących termodynamiki ogniw, mechanizmu reakcji elektrodowych, doboru paliw oraz doboru i charakterystyki właściwości komponentów ogniw. W ramach przedmiotu ujęto problematykę materiałową oraz przegląd obecnie stosowanych komercyjnych rozwiązań konstrukcyjnych.</p> <p>The area covered by the program of subject „Design of materials and processes in fuel cells” covers basic topics related to construction and working principles of high-temperature solid oxide fuel cells (SOFC), IT-SOFC and MCFC-cells as well as low-temperature PEM-type cells. The subject includes basic issues concerning thermodynamics of cells, electrode reaction mechanisms, selection of fuels and cell components. Materials science and construction issues are discussed within the lectures.</p>							
<b>Warunki uczestnictwa w przedmiocie</b>	Zgodnie z regulaminem studiów						
<b>Forma zaliczenia przedmiotu</b>	Kolokwium zaliczeniowe z ćwiczeń rachunkowych, zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych, egzamin						
<b>Zasada wystawiania oceny końcowej</b>	Średnia ważona: 0.3 x ocena z ćwiczeń rachunkowych + 0.2 x ocena z laboratorium + 0.5 x ocena z egzaminu						
<b>Program wykładów</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wprowadzenie. Klasyfikacja ogniw paliwowych</li> <li>2. Podstawy termodynamiczne ogniw paliwowych, modelowanie wpływu ciśnienia, składu paliwa na parametry użytkowe</li> <li>3. Mechanizm reakcji elektrodowych w ogniwach SOFC, IT-SOFC, MCFC</li> <li>4. Paliwa dla ogniw paliwowych, wewnętrzny reforming</li> <li>5. Straty polaryzacyjne – modelowanie aktywacji elektrodowej</li> </ol>							

6. Straty polaryzacyjne – modelowanie polaryzacji stężeniowej i strat omowych
7. Materiały dla ogniw SOFC i IT-SOFC – elektrolity stałe, materiały anodowe, materiały katodowe
8. Kryteria doboru i projektowanie materiałów konstrukcyjnych dla ogniw SOFC i IT-SOFC
9. Rozwiązania konstrukcyjne budowy ogniw i stosów SOFC – układ planarny i rurowy, mikro-ogniwa SOFC, ogniwa jednokomorowe
10. Przegląd komercyjnych rozwiązań konstrukcyjnych ogniw SOFC i IT-SOFC
11. Komponenty dla ogniw MCFC: anody, katody, suport elektrolitu, rozwiązania konstrukcyjne budowy ogniw MCFC
12. Typy ogniw paliwowych niskotemperaturowych, materiały elektrodowe: anoda - katalizatory reakcji anodowej, metody redukcji zawartości Pt, materiały katodowe: stopy Pt;
13. Nanomateriały i kompozyty dla niskotemperaturowych ogniw paliwowych
14. Elektrolity dla niskotemperaturowych ogniw paliwowych; membrany oparte o kwas perfluorosulfonowy, styren, poliamid, PVDF i in.; wymagania właściwości mechanicznych membran; stabilność chemiczna membran
15. Konstrukcja ogniwa komercyjnego, zakres zastosowania ogniw paliwowych niskotemperaturowych, koszty i analiza ekonomiczna, czas życia ogniw, recykling

### Program pozostałych zajęć (ćwiczenia, laboratoria)

#### Ćwiczenia rachunkowe:

1. Ćwiczenia wstępne. Obliczenia OCV ogniw paliwowych.
- 2-3. Obliczenia sprawności oraz wpływu ciśnienia i składu paliwa na parametry użytkowe.
- 4-5. Modelowanie strat aktywacyjnych w ogniwach paliwowych.
- 6-7. Modelowanie strat polaryzacji stężeniowej i polaryzacji omowej.
- 8-9. Obliczenia równowag defektowych w materiałach elektrolitowych i materiałach katodowych.
- 10-11. Obliczenia związane z mieszanym przewodnictwem jonowo-elektronowym materiałów katodowych.
- 12-13. Obliczenia związane z rozszerzalnością temperaturową i naprężeniami termicznymi w ogniwach paliwowych.
14. Projektowanie parametrów użytkowych stosu ogniw paliwowych.
15. Kolokwium zaliczeniowe.

#### Laboratorium (3 spotkania po 5h):

1. Synteza materiałów elektrodowych i elektrolitu dla ogniwa IT-SOFC. Otrzymanie spieku CGO, przygotowanie past elektrodowych.
2. Konstrukcja ogniwa IT-SOFC (anoda cermet YSZ, elektrolit CGO, katoda LSCF)
3. Testowanie parametrów użytkowych skonstruowanego ogniwa IT-SOFC (krzywe prąd-napięcie, krzywe mocy, wpływ przepływu paliwa i utleniacza)

#### Bibliografia

1. T. Chmielniak, Technologie energetyczne, WNT, 2008
2. W.M. Lewandowski, Proekologiczne odnawialne źródła energii, WNT, 2010
3. J.W. Fergus et al, Solid Oxide Fuel Cells, Materials Properties and Performance, CRC Press, 2009
4. S.C. Singhal et al, High Temperature Solid Oxide Fuel Cells: Fundamentals, Design and Applications, Elsevier, 2003
5. Materials for the Hydrogen Economy, Russell H. Jones George J. Thomas (ed.) CRC Press Taylor & Francis Group, 2008
6. Fuel Cell Projects for the Evil Genius, Gavin D. J. Harper, The McGraw-Hill Companies, Inc.2008
7. Encyclopedia of Energy Engineering and Technology, Barney L. Capehart (ed.) , CRC Press Taylor & Francis Group, 2007
8. Baldwin, R. et al., Hydrogen-oxygen proton-exchange membrane fuel cells and electrolyzers, J. Power Sources, 29, 399, 1990.
9. Multi-Year Research, Development and Demonstration Programs for Hydrogen, FuelCells & Infrastructure Technologies Program, U.S. Department of Energy, Washington,DC, 2005, <http://www.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/mypp/>
10. Du, B. et al., PEM fuel cells: status and challenges for commercial stationary Power applications, JOM, 58, 44, 2006.
11. de Bruijn, F., Current status of fuel cell technology for mobile and stationary applications, Green Chem., 7, 132, 2005.
12. Vielstich, W., Lamm, A., and Gasteiger, H.A., Eds., Handbook of Fuel Cells: Fundamentals, Technology, and Applications, 1st ed., John Wiley & Sons, West Sussex, England, 2003.