

KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu	4606-PS-0BEFGIK-0125	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Technologia akumulatorów litowo-jonowych w praktyce		
			w j. angielskim	Lithium-ion batteries technology applied		
Przynależność do grupy przedmiotów	przedmioty specjalnościowe					
Koordinator przedmiotu	dr hab. inż. Leszek Niedzicki, prof. Uczelni					
Jednostka realizująca	Wydział Chemiczny	Dyscypliny naukowe	Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne; Inżynieria chemiczna; Inżynieria lądowa, geodezja i transport; Inżynieria materiałowa; Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka; Nauki chemiczne			
Poziom kształcenia	Kształcenie doktorantów	Semestr	letni			
Język zajęć	polski					
Forma zaliczenia:	zaliczenie na ocenę	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2	
Minimalna liczba uczestników	12	Maksymalna liczba uczestników	-	Dostępność dla studentów	Tak	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytorjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	-	-	-	-
	łącznie w semestrze	30	-	-	-	-

1. Wymagania wstępne

Brak

2. Cele przedmiotu

Akumulatory litowo-jonowe są stosowane we wszystkich dziedzinach technologii – elektronice mobilnej, medycynie polowej, pojazdach elektrycznych (także bezzałogowych), magazynach energii dla OZE i regulacji sieci, itd. Dla inżyniera akumulator jest często kluczowym komponentem, gdyż od niego zależą możliwości projektowanego urządzenia. Stąd z akumulatorami mają do czynienia niemal wszyscy inżynierowie, zarówno projektujący urządzenia nimi zasilane, używający urządzeń zasilanych bateryjnie jak i pracujący z technologiami okołobaterijnymi, jak energetyka (w tym OZE), itd.

Celem przedmiotu jest zaznajomienie uczestników kursu z technologią akumulatorów litowo-jonowych w sposób interdyscyplinarny i przystępny dla nie-chemików. Wykład będzie pokazywał akumulatory od strony praktycznej, tzn. zarówno z czego się one składają, ale i jakie dają im możliwości lub ograniczenia poszczególne składowe. Wykład oprócz omówienia różnych konstrukcji baterii, składu i parametrów komponentów, a także możliwości/parametrów całych ogniw, będzie przekazywał również aspekty: środowiskowe pod kątem bezpieczeństwa użycia i przetwórstwa oraz surowcowe pod kątem recyklingu, zrównoważonego rozwoju i założeń gospodarki o obiegu zamkniętym. Zagadnienia surowcowe i środowiskowe będą przesłanką do pokazania trendów materiałowych i przemian na rynku baterijnym. Celem wykładu jest także przekazanie umiejętności doboru ogniw do zastosowania oraz przedstawienie metodologii dopasowania i/lub opracowania specyfikacji ogniw pod konkretne zastosowania. W ramach wykładu zostaną przeprowadzone ćwiczenia z doboru ogniw do wymogów zastosowania i oceny specyfikacji ogniw pod kątem potrzeb projektowanego urządzenia. Przekazana zostanie także uczestnikom wiedza na temat najnowszych osiągnięć naukowych z dziedziny oraz technologii obecnie wprowadzanych lub planowanych do wprowadzenia na rynek baterijny i jak to zmieni branżę.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

Wykład:

1. Akumulatory litowo-jonowe – zasada działania, podstawowe parametry, główne komponenty.

2. Materiały aktywne anodowe do ogniw litowo-jonowych – przegląd materiałów, klasy materiałów i ich zasada działania, wpływ na parametry akumulatora, parametry, surowce i metody produkcji, sposoby modyfikacji, nowe generacje materiałów rozwijanych i wchodzących na rynek.
3. Materiały aktywne katodowe do ogniw litowo-jonowych – przegląd materiałów, klasy materiałów i ich zasada działania, wpływ na parametry akumulatora, parametry, surowce i sposoby produkcji, sposoby modyfikacji, nowe generacje materiałów rozwijanych i wchodzących na rynek.
4. Elektrolity do akumulatorów litowo-jonowych – klasy elektrolitów, zasada działania zależnie od klasy, przegląd materiałów zależnie od klasy, wpływ na parametry akumulatora, sposoby produkcji, sposoby modyfikacji, zasady doboru materiałów, ograniczenia i kompatybilność z pozostałymi komponentami, nowe klasy i nowe generacje materiałów rozwijanych i wchodzących na rynek.
5. Pozostałe komponenty akumulatorów – separatory, kolektory – wpływ na parametry akumulatora, wpływ na gęstość energii, postępy w stosowaniu i rozwoju.
6. Składowe nieaktywne elektrod, metody wytwarzania elektrod, metody i zasady konstrukcji ogniw, metody składania i produkcji ogniw, modułów, pakietów. Produkcja baterii litowo-jonowych w małej skali i w skali przemysłowej, manualna, półautomatyczna i automatyczna.
7. Problematyka środowiskowa, surowcowa i ekonomiczna produkcji komponentów i całych ogniw. Ekonomia produkcji a parametry komponentów. Redukcja użycia kosztownych i trudno dostępnych materiałów. Stabilność materiałów a zanieczyszczenia. Metody recyklingu baterii.
8. Dobór materiałów i optymalizacja parametrów ogniwa litowo-jonowego pod kątem zastosowania. Metodologia doboru ogniw i analizy specyfikacji pod kątem zastosowania. Maksymalizacja parametrów do zastosowań specjalnych. Ćwiczenia z doboru ogniw do zastosowań oraz tworzenia specyfikacji i składu ogniw.
9. Charakterystyka prądowo-napięciowa akumulatorów litowo-jonowych. Cyklowanie, zużycie ogniwa a jego praca. Diagnostyka ogniw. Typowe wady i usterki ogniw. Uszkodzenia i niebezpieczeństwa związane z ogniwami litowo-jonowymi. Rodzaje zabezpieczeń chemicznych, mechanicznych i elektronicznych.
10. Nowe generacje akumulatorów (3+) jako ewolucja i rewolucja – akumulatory z elektrolitami stałymi, akumulatory litowo-jonowe z anodą z metalicznego litu, akumulatory litowo-siarkowe, litowo-powietrzne i dalej. Przyszłość i trendy rozwoju ogniw. Kierunkowanie badań naukowych.

4. Efekty uczenia się			
Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SD PW	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	Uczestnik zna rodzaje akumulatorów używanych w magazynach energii, zastosowaniach transportowych i elektronice użytkowej - z podziałem na zapotrzebowanie ze względu na cykl pracy, potrzebne moce i wymagania energii.	SD_W2 SD_W3	Test
W02	Uczestnik zna rozwiązania technologiczne i komponenty do akumulatorów dostępne na rynku oraz trendy rozwojowe i najnowsze osiągnięcia w ich zakresie pod kątem ich wpływu na właściwości akumulatora.	SD_W2 SD_W3	Test
Umiejętności			
U01	Uczestnik potrafi krytycznie ocenić skład i konstrukcję istniejącego akumulatora pod kątem użycia w konkretnym zastosowaniu lub zaproponować zmiany w jego specyfikacji w celu dopasowania do konkretnego zastosowania.	SD_U1 SD_U2 SD_U4	Test, praca domowa, ocena aktywności w czasie zajęć
U02	Uczestnik potrafi zaproponować składowe i wymogi specyfikacji akumulatora do konkretnego zastosowania używając najnowszych generacji komponentów i	SD_U1 SD_U2	Test, praca domowa, ocena

	technologii, przy uwzględnieniu aspektów ekonomicznych i środowiskowych, w tym zasad zrównoważonego rozwoju i gospodarki o obiegu zamkniętym.	SD_U4	aktywności w czasie zajęć
U03	Uczestnik potrafi przewidzieć potencjalne przyczyny usterek i ocenić główne wady akumulatora na podstawie jego komponentów i konstrukcji.	SD_U1 SD_U4	Test, ocena aktywności w trakcie zajęć
Kompetencje społeczne			
K01	Uczestnik rozumie możliwości i ograniczenia oraz potrafi krytycznie ocenić wartość istniejących i rozwijanych akumulatorów w kontekście rozwoju współczesnej cywilizacji	SD_K1	Test, ocena aktywności w trakcie zajęć

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

Ocena będzie wystawiona w oparciu o wyniki dwóch testów, prac domowych i oceny aktywności na zajęciach.

6. Literatura

Literatura uzupełniająca:

[1] Designing Electrolytes for Lithium-Ion and Post-Lithium Batteries (Eds. W. Wieczorek, J. Płocharski), CRC Press, Taylor & Francis Group, Singapore, 2021.

[2] M. Armand et al., J. Power Sources 479 (2020) 228708. DOI: 10.1016/j.jpowsour.2020.228708

[3] C. Wölke et al., Adv. Mater. Interfaces (2022) 2101898. DOI: 10.1002/admi.202101898

7. Nakład pracy doktoranta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	30
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	6
3	Godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	10
4	godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	8
Sumaryczny nakład pracy doktoranta		54
Liczba punktów ECTS		2

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy doktoranta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)