POLITECHNIKA GDAŃSKA

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Materiały inżynierskie dla energetyki jądrowej, PG_00065879		
Kierunek studiów	Energetyka jądrowa		
Data rozpoczęcia studiów	luty 2027 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu	2026/2027
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć	Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji	na uczelni
Rok studiów	1	Język wykładowy	polski
Semestr studiów	1	Liczba punktów ECTS	2.0
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia	zaliczenie
Jednostka prowadząca	Wydziały Politechniki Gdańskiej -> Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa -> Instytut Technologii Maszyn i Materiałów -> Zakład Materiałoznawstwa i Technologii Materiałowych		
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	prof. dr hab. inż. Marek Szkodo	
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu		

Formy zajęć

Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30
W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						

Aktywność studenta i liczba godzin pracy

Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów	Udział w konsultacjach	Praca własna studenta	RAZEM
Liczba godzin pracy studenta	30	5.0	15.0	50

Cel przedmiotu

Zapoznanie studentów z właściwościami, zastosowaniami oraz wyzwaniami związanymi z materiałami stosowanymi w energetyce jądrowej. Kurs ma na celu omówienie roli materiałów w zapewnieniu bezpieczeństwa i wydajności reaktorów jądrowych oraz w zrównoważonym zarządzaniu odpadami promieniotwórczymi.

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K7_U13] ocenia przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (technik i technologii) w realizacji zadań charakterystycznych dla kierunku studiów	W zakresie wiedzy student zna właściwości fizyczne, chemiczne i mechaniczne materiałów stosowanych w energetyce jądrowej. Student rozumie wpływ warunków pracy reaktorów jądrowych (wysoka temperatura, promieniowanie, korozja) na właściwości materiałów. Student posiada wiedzę na temat nowoczesnych technologii i materiałów rozwijanych dla energetyki jądrowej (np. stopy cyrkonu, stale odporne na radiację, ceramiki, powłoki ochronne). W zakresie umiejętności student potrafi ocenić przydatność materiałów dla specyficznych zastosowań w energetyce jądrowej, np. w osłonach reaktorowych, prętach paliwowych, wymiennikach ciepła. Student potrafi zidentyfikować potencjalne problemy wynikające z degradacji materiałów w środowisku promieniotwórczym i zaproponować odpowiednie rozwiązania. Student potrafi zastosować zdobytą wiedzę w analizie możliwości wykorzystania nowych technologii i materiałów w projektowaniu i eksploatacji systemów jądrowych. W zakresie kompetencji społecznych student jest świadomy roli nowoczesnych materiałów w zapewnieniu bezpieczeństwa reaktorów jądrowych oraz w minimalizacji wpływu energetyki jądrowej na środowisko. Student rozumie odpowiedzialność związaną z podejmowaniem decyzji w zakresie wyboru materiałów w sektorze energetyki jądrowej.	[SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu

Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
[K7_W01] wyjaśnia i opisuje, na podstawie wiedzy ogólnej z zakresu dyscyplin naukowych tworzących, podstawy teoretyczne Energetyki Jądrowej - fizykę procesów, budowę, zasadę działania, eksploatację, aspekty bezpieczeństwa, paliwa i materiały konstrukcyjne dla reaktorów, systemów, maszyn i urządzeń elektrowni jądrowej	W zakresie wiedzy efekty kształcenia zakładają, że student zna podstawowe procesy fizyczne zachodzące w reaktorach jądrowych, w tym mechanizmy radiacji, rozszczepienia jądrowego oraz transferu ciepła. Student rozumie budowę reaktorów jądrowych oraz rolę materiałów konstrukcyjnych w ich działaniu, w tym właściwości mechaniczne, termiczne i chemiczne kluczowych materiałów. Student posiada wiedzę na temat paliw jądrowych, ich produkcji, właściwości oraz interakcji z materiałami konstrukcyjnymi w rdzeniu reaktora. Student zna zasady doboru materiałów dla systemów, maszyn i urządzeń stosowanych w elektrowniach jądrowych, uwzględniając kryteria bezpieczeństwa i trwałości. W zakresie umiejętności efekty kształcenia zakładają, że student potrafi wyjaśnić znaczenie właściwości materiałów (np. odporność na radiację, wysokie temperatury, korozję) w zapewnieniu bezpieczeństwa i wydajności reaktorów jądrowych. Student potrafi przeanalizować wpływ warunków eksploatacyjnych na degradację materiałów, takich jak zmiany mikrostrukturalne, kruchość radiacyjna i korozja w środowiskach reaktorowych. Student jest w stanie wskazać różnice między tradycyjnymi materiałami a nowoczesnymi rozwiązaniami w kontekście ich zastosowań w reaktorach jądrowych. Student potrafi powiązać właściwości paliwa i materiałów konstrukcyjnych z procesami fizycznymi i chemicznymi w reaktorze jądrowym. W zakresie kompetencji społecznych efekty kształcenia zakładają, że student rozumie znaczenie odpowiedzialnego projektowania i eksploatacji systemów jądrowych oraz rolę materiałów w minimalizowaniu ryzyka dla ludzi i środowiska. Student wykazuje świadomość znaczenia interdyscyplinarnego podejścia przy doborze materiałów i technologii dla energetyki jądrowej. Student potrafi w sposób klarowny i merytoryczny komunikować zagadnienia związane z materiałami jądrowymi, uwzględniając aspekty bezpieczeństwa i zrównoważonego rozwoju.	[SW2] Ocena wiedzy zawartej w prezentacji

Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
[K7_W12] identyfikuje i interpretuje główne trendy rozwojowe i najistotniejsze nowe osiągnięcia z zakresu nauk inżynieryjno-technicznych i dyscyplin naukowych właściwych dla kierunku studiów	W zakresie wiedzy efekty kształcenia zakładają, że student zna aktualne trendy w badaniach i rozwoju materiałów dla energetyki jądrowej, w tym nowe rozwiązania technologiczne i ich potencjalne zastosowania. Student rozumie rolę zaawansowanych materiałów w podnoszeniu efektywności i bezpieczeństwa reaktorów jądrowych, w tym znaczenie materiałów odpornych na ekstremalne warunki pracy (wysoka temperatura, promieniowanie). Student posiada wiedzę o współczesnych metodach badań materiałów, takich jak techniki mikrostrukturalne, symulacje komputerowe i modelowanie właściwości materiałów. W zakresie umiejętności student potrafi analizować i interpretować wyniki badań naukowych oraz raportów technicznych dotyczących materiałów dla energetyki jądrowej. Student potrafi ocenić przydatność najnowszych osiągnięć technologicznych w zakresie materiałów i technologii dla potrzeb rozwoju energetyki jądrowej. Student jest w stanie identyfikować kluczowe problemy w obszarze materiałów dla energetyki jądrowej oraz zaproponować innowacyjne rozwiązania oparte na współczesnych trendach badawczych. Student potrafi porównać i ocenić alternatywne materiały oraz technologie w kontekście ich wpływu na bezpieczeństwo, wydajność i zrównoważony rozwój w sektorze jądrowym. W zakresie kompetencji społecznych student wykazuje postawę otwartości na innowacje technologiczne i potrafi podejmować decyzje w oparciu o zrozumienie konsekwencji społecznych, środowiskowych i ekonomicznych. Student rozumie znaczenie interdyscyplinarnego podejścia do rozwoju technologii jądrowych i potrafi współpracować z ekspertami z różnych dziedzin w celu wdrażania nowych rozwiązań. Student jest świadomy odpowiedzialności związanej z wdrażaniem nowoczesnych technologii materiałowych w energetyce jądrowej, z uwzględnieniem ich wpływu na bezpieczeństwo ludzi i środowiska.	[SW2] Ocena wiedzy zawartej w prezentacji

Treści przedmiotu	Treści przedmiotu - wykład 1. Wprowadzenie do energetyki jądrowej: historia, typy reaktorów, znaczenie materiałów.2. Materiały paliwowe: Typy paliw, procesy produkcji i recyklingu.3. Materiały konstrukcyjne wykorzystywane w budowie reaktorów: Stopy Zr4. Materiały konstrukcyjne wykorzystywane w budowie reaktorów: Stale nierdzewne 304 i 3165. Materiały konstrukcyjne wykorzystywane w budowie reaktorów: stale ferrytyczno-perlityczne P91, 9Cr-1Mo6. Materiały ceramiczne w budowie reaktorów: Al2O3, SiC7. Materiały na powłoki ochronne: antykorozyjne i barierowe8. Degradacja materiałów stosowanych w budowie elektrowni jądrowych: Wpływ promieniowania na materiały: uszkodzenia strukturalne, radiacyjna kruchość.9. Bezpieczeństwo materiałowe: Monitorowanie stanu materiałów, analiza awarii.10. Odpady jądrowe: Materiały do składowania odpadów, długoterminowa stabilność.11. Nowe trendy: Rozwój nowych materiałów dla reaktorów przyszłości, zrównoważony rozwój.	
Wymagania wstępne i dodatkowe	Student powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu Materiałoznawstwa	
Sposoby i kryteria oceniania osiąganych efektów uczenia się		

Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
Studenci zaliczają na podstawie kolokwium, które trwa 45 min. Na kolokwium odpowiadają pisemnie na osiem pytań.	50.0%	100.0%

Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	1. Srivastava, D., Kapoor, K. & Amarendra, G. Development of Advanced Nuclear Structural Materials for Sustainable Energy Development. J Indian Inst Sci 102, 391404 (2022). https://doi.org/10.1007/s41745-022-00287-z 2. Malerba, L.; Al Mazouzi, A.; Bertolus, M.; Cologna, M.; Efsing, P.; Jianu, A.; Kinnunen, P.; Nilsson, K.-F.; Rabung, M.; Tarantino, M. Materials for Sustainable Nuclear Energy: A European Strategic Research and Innovation Agenda for All Reactor Generations. Energies 2022, 15, 1845. https://doi.org/10.3390/en15051845 3. T. Jayakumar, M. D. Mathew, and K. Laha, "High Temperature Materials for Nuclear Fast Fission and Fusion Reactors and Advanced Fossil Power Plants," Procedia Engineering, vol. 55, pp. 259-270, 2013/01/01/ 2013, doi: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.03.252

	Uzupełniająca lista lektur	1. Ö. Anıl, E. Okay Mutlu, M. Demirhan, and E. Öztorun Köroğlu, "Experimental investigation of material properties of GFRP pipe for numerical simulation of novel nuclear power plant cooling water intake system," Nuclear Engineering and Design, vol. 428, p. 113556, 2024/11/01/ 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2024.113556. 2. V. A. Zheltonozhsky, D. E. Myznikov, V. I. Slisenko, M. V. Zheltonozhskaya, and A. P. Chernyaev, "Determination of the long-lived 10Be in construction materials of nuclear power plants using photoactivation method," Journal of Environmental Radioactivity, vol. 227, p. 106509, 2021/02/01/ 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2020.106509. 3. S. Hong, J. Kim, M.-W. Kim, H.-D. Kim, B.-S. Lee, and M.-C. Kim, "Evaluation of LBB characteristics of candidate materials for main steam line piping in Korea nuclear power plants," International Journal of Pressure Vessels and Piping, vol. 188, p. 104226, 2020/12/01/ 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2020.104226. 4. H. Tukur and L. Yong, "A Review on the Behavior of 308L Cladding Material and Their Corrosion in Nuclear Power Plants," International Journal of Electrochemical Science, vol. 15, no. 1, pp. 1005-1021, 2020/01/01/ 2020, doi: https://doi.org/10.20964/2020.01.67. 5. J. Toribio, D. Vergara, and M. Lorenzo, "Hydrogen embrittlement of the pressure vessel structural materials in a WWER-440 nuclear power plant," Energy Procedia, vol. 131, pp. 379-385, 2017/12/01/ 2017, doi: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.464. 6. J. Chen, P. Jung, and W. Hoffelner, "Irradiation creep of candidate materials for advanced nuclear plants," Journal of Nuclear Materials, vol. 441, no. 1, pp. 688-694, 2013/10/01/ 2013, doi: https://doi.org/10.1016/j.jnucmat.2013.04.024. 7. C. Jang, H. U. N. Jang, J.-D. Hong, H. Cho, T. S. Kim, and J.-G. Lee, "ENVIRONMENTAL FATIGUE OF METALLIC MATERIALS IN NUCLEAR POWER PLANTS A REVIEW OF KOREAN TEST PROGRAMS," Nuclear Engineering and Technology, vol. 45, no. 7, pp. 929-940, 2013/12/01/ 2013, doi: https://doi.org/10.5516/NET.07.2013.040 8. A. C. Joshi, A. L. Rufus, S. Suresh, P. Chandramohan, S. Rangarajan, and S. Velmurugan, "Characterization of the oxide formed in the presence of poly acrylic acid over the steam generator structural materials of nuclear power plants," Journal of Nuclear Materials, vol. 437, no. 1, pp. 139-148, 2013/06/01/ 2013, doi: https://doi.org/10.1016/j.jnucmat.2013.01.353.
	Adresy eZasobów	

Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	1. Opisz podstawowe typy reaktorów jądrowych i znaczenie materiałów w ich konstrukcji.2. Wyjaśnij proces produkcji paliwa UO i jego rolę w reaktorach wodnych ciśnieniowych (PWR).3. Jakie są zalety i wady stosowania paliwa MOX w porównaniu do standardowego paliwa uranowego?4. Porównaj właściwości stali nierdzewnych 304 i 316 wykorzystywanych w budowie reaktorów.5. Jakie kluczowe cechy stopów cyrkonu (Zr-2, Zr-4) decydują o ich zastosowaniu jako otulin paliwowych?6. Opisz rolę materiałów ceramicznych, takich jak AlO i SiC, w energetyce jądrowej.7. Jakie są główne skutki promieniowania neutronowego na materiały konstrukcyjne w reaktorach jądrowych?8. Wyjaśnij mechanizm radiacyjnej kruchości w stalach ferrytyczno-perlitycznych.9. Jakie są funkcje powłok antykorozyjnych stosowanych w elementach reaktorów jądrowych? Podaj przykłady materiałów.10. Jakie metody stosuje się do monitorowania stanu materiałów w reaktorach jądrowych?11. Opisz nowe materiały rozwijane dla reaktorów IV generacji. Jakie wymagania muszą spełniać?12. Jak zrównoważony rozwój wpływa na wybór materiałów dla energetyki jądrowej?
Zajęcia praktyczne w ramach przedmiotu	Nie dotyczy

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.