



IV. Opis programu studiów

3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	M#1-S1-IP-PPT-705
Nazwa przedmiotu	Komputerowa symulacja procesów formowania kompozytów
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Computer simulation of composite forming processes
Obowiązuje od roku akademickiego	2020/2021

USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	INFORMATYKA PRZEMYSŁOWA
Poziom kształcenia	I stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	studia niestacjonarne
Zakres	wszystkie
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Technik Komputerowych i Uzbrojenia
Koordynator przedmiotu	dr hab. inż. Rafał Chatys, Prof. uczelniany
Zatwierdził	

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	przedmiot specjalnościowy
Status przedmiotu	obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	semestr 7
Wymagania wstępne	
Egzamin (TAK/NIE)	NIE
Liczba punktów ECTS	2

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Liczba godzin w semestrze	9		9		

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Student posiada wiedzę w zakresie modelowania wytrzymałości komponentów polimerowych w kompozycie oraz mechaniki (w tym reakcji chemicznych: polimeryzacji przy przepływie medium żywicznego).	IP1_W03
	W02	Student ma elementarną wiedzę z zakresu doboru komponentów w procesie formowania (wytwarzania) kompozytów z zastosowaniem narzędzi informatycznych i aplikatora (czy zestawu próżniowego).	IP1_W14
Umiejętności	U01	Potrafi dokonywać interpretacji oraz formułować wnioski z pozyskiwanych różnych źródeł informacji.	IP1_U01
	U02	Potrafi wykorzystać metody analityczne, numeryczne (czy symulacyjne) w modelowaniu (w szacowaniu) właściwości mechanicznych (wytrzymałościowych) wytworzonych laminatów.	IP1_U07
	U03	Potrafi oszacować czas potrzebny na realizację zleconego zadania poprzez przygotowanie stanowiska pracy (z obsługą urządzenia czy maszyny) godnie z zasadami BHP i ochrony środowiska	IP1_U30
Kompetencje społeczne	K01	Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych w modelowaniu (w szacowaniu) właściwości mechanicznych wytworzonych laminatów (kompozytów warstwowych).	IP1_K01
	K02	Potrafi pracować w zespole.	IP1_K04

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	1. Komponenty polimerowe. Historia i perspektywy rozwoju materiałów kompozytowych. Polimer a tworzywo sztuczne.
	2. Kompozyty o osnowie polimerowej, pojęcia, klasyfikacja, rodzaje komponentów (ogólna charakterystyka wzmocnień: włókien węglowych, szklanych, aramidowych w postaci tkanin, mat, rowingu, UD,...) i ich zastosowanie. Polimery nieorganiczne, organiczne, naturalne, syntetyczne, modyfikowane. Plastomery, Duroplasty, Elastomery.
	3. Budowa materiałów kompozytowych. Laminaty– architektura ułożenia warstw w kompozycie. Kompozyty hybrydowe. Wyjaśnienie zagadnień: komponent, kompozyt, kompozyt warstwowy (laminat), kompozyt przekładkowy typu „sandwich”, wzmocnienie, osnowa (matryca), preforma, kąt ułożenia, utwardzacz, inhibitor, mieszanina żywiczna. Zasady doboru komponentów o osnowie polimerowej (jako „kompozycje polimerowe”) z aspektami mieszalności komponentów polimerowych. Wpływ warunków eksploatacji na właściwości wytrzymałościowe kompozytów polimerowych. Starzenie się polimerów w różnych klimatycznych strefach kuli ziemskiej. Niszczące oddziaływanie atmosfery na materiały kompozytowe. Wilgotność.
	4. Analiza porównawcza wpływu parametrów technologicznych (nadciśnienie, podciśnienie, przepływ mieszaniny żywicznej, utwardzanie, żelowanie,...) przy wytwarzaniu włóknistych kompozytów o osnowie polimerowej w formach zamkniętych (metod: RTM, Lekkiego - RTM, worka próżniowego, czy infuzji) i metodach klasycznych (jak laminowanie na „mokro”, autoklaw). Omówienie podstawowych urządzeń (aplikatorów) włączania mieszaniny żywicznej pod ciśnieniem do wnętrza formy przy formowaniu kompozytów polimerowych (włóknistych) metodami próżniowymi.

	5. Metody badań i szacowanie właściwości wytrzymałościowych kompozytów o osnowie polimerowej. Statystyczne aspekty przy zniszczeniu kompozytów ze wzmocnieniem polimerowym. Przegląd modeli obliczeniowych (analitycznych) przy określaniu wytrzymałość statycznej i zmęczeniowej. Inżynierskie projektowanie konstrukcji przy pomocy wykresów doboru materiału. Kryteria i sposób przedstawiania właściwości materiałów polimerowych.
	6. Problemy i perspektywy rozwoju materiałów polimerowych. Biomateriały. Implanty.
laboratorium	1. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych: przepisy BHP, zapoznanie się ze sprzętem znajdującym się w laboratorium. Sposób organizacji zajęć.
	2. Symulacja sporządzania receptur mieszanin żywicznych przy formowaniu struktur kompozytowych z wykorzystaniem preform (nabranie nawyków kultury pracy z komponentami o osnowie polimerowej tj. przygotowanie komponentów polimerowych).
	3. Zamodelowanie stałych materiałowych (współczynników sprężystości) jednokierunkowego kompozytu i laminatu (kompozytu warstwowego) wykorzystując liniową teorię laminowania.
	4.. Prognozowanie wytrzymałości kompozytu warstwowego o osnowie polimerowej.
	5. Statystyczna analiza wpływu złożoności struktury na własności mechaniczne kompozytów warstwowych (laminatów) z uwzględnieniem komponentów (tj. włókien, elementarnych włókien w wiązce, czy UD).
	6. Komputerowa symulacja mechanizmu zniszczenia kompozytu UD w wyniku rozkładu naprężeń między komponentami materiału.

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X			
W02			X			
U01					X	
U02					X	
U03					X	
K01						X
K02						X

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Sprawdzian w formie pytań otwartych - w postaci dwóch kolokwium. Piszący losuje bilet z przygotowanym zestawem pytań z zakresu 1- 4 (I kolokwium) i 5-6 (II kolokwium) wykładów.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Zaliczenie sprawozdań z każdego laboratorium.

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS								
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	W	C	L	P	S	h	

		9		9			
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2			h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	22					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	0,9					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	28					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	1,1					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	25					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1,0					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	50					h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	2					ECTS

LITERATURA

1. Altenbach H., Altenbach J., Kissing W. Mechanics of Composite Structural Elements. Springer - Verlag Berlin Heidelberg, New York, 2004;
2. Boczkowska A., Kapuściński J., Lindemann Z., Witemberg-Pietrzyk D., Wojciechowski S.: Kompozyty Skrypt PW, Warszawa, 2013;
3. Królikowski W.: Polimerowe kompozyty konstrukcyjne, PWN, 2015;
4. Ashby Michael F., David R. H. Jones: Materiały inżynierskie, tom I. "Własności i zastosowanie" oraz tom II "Kształtowanie struktury i własności, dobór materiałów", WNT, Warszawa, 1998;
5. Rabek J. F.: Współczesna wiedza o polimerach, Wyd. Naukowe WNT, Warszawa, 2008;
6. Śledziona J.: Podstawy technologii kompozytów, Wyd. PŚ, Gliwice, 1998;
7. Kozioł M.: Nasycenie ciśnieniowo-próżniowe zszywanych oraz tkanych trójwymiarowo preform z włókna szklanego. Seria Monografia 644, Wyd. PŚ, Gliwice, 2016;
8. Ashby Michael F.: Dobór materiałów w projektowaniu inżynierskim. tom III., WNT, W-wa, 1998;
9. Dąbrowski H.: Wytrzymałość polimerowych materiałów włóknistych, Wyd. PW, Wrocław, 2002;
10. German J.: Podstawy mechaniki materiałów włóknistych, Skrypt PK, Kraków, 1996;
11. Gibson Ronald F. Principles of Composite Material Mechanics, Publ. CRC Press, Taylor&Francis Group, Boca Ration-London-New York, 2007;
12. Jancelewicz B.: Polymeric composite structures - Engineering Methods for Plasticity and Strength Calculations, 1992;
13. Mortensen A.: Concise Encyclopedia of Composite Material, Publ. ELSEVIER, Singapur - London-New York, 2007;
14. Ochelski S.: Metody doświadczalne mechaniki kompozytów konstrukcyjnych, Wyd. Naukowo-Techniczne WNT, Warszawa, 2004;
15. Żuchowska D.: Polimery konstrukcyjne. WNT, Warszawa, 2004.

Wykaz literatury uzupełniającej

16. Lubin H.: Handbook of Composites, I i II tom, London-New York, 1988;
17. Simamury S.: Углеродные волокна, tłumaczenie z j. japońskiego, Москва, Мир, 1987;
18. Przygocki W., Włochowicz A.: Fizyka polimerów, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 2001;
19. Wilczyński A.: Polimerowe kompozyty włókniste, WNT., Warszawa, 1996;
20. Kleinchof M.: Применение полимерных композитных материалов в конструкциях транспортных средств. Riga Aviation University, Riga, 1997;

21. Pampuch R.: Współczesne materiały ceramiczne, AGH UWND, Kraków, 2005.