

Karta (sylabus) modułu/przedmiotu
Mechanika i Budowa Maszyn
 Studia drugiego stopnia

Przedmiot:	Teoria przetwórstwa
Rodzaj przedmiotu:	Obowiązkowy
Kod przedmiotu:	MBM 2 S 5 1 17-0_1
Rok:	I
Semestr:	1
Forma studiów:	stacjonarne
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze:	90
Wykład	30
Ćwiczenia	45
Laboratorium	15
Projekt	-
Liczba punktów ECTS:	6
Sposób zaliczenia:	Egzamin
Język wykładowy:	Język polski

Cel przedmiotu	
C1	Poznanie zjawisk cieplnych zachodzących podczas przetwórstwa tworzyw polimerowych.
C2	Poznanie zjawisk reologicznych zachodzących podczas przetwórstwa tworzyw.
C3	Opanowanie metodyki prawidłowego postępowania przy rozwiązywaniu zadań związanych ze zjawiskami cieplnymi.
C4	Opanowanie metodyki prawidłowego postępowania przy rozwiązywaniu zadań związanych ze reologicznym zachowaniem się tworzyw.
C5	Uświadomienie studentom ważności i odpowiedzialności indywidualnej i zespołowej pracy inżyniera w środowisku związanym z przetwórstwem tworzyw.

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji	
1	Student powinien posiadać wiedzę, umiejętności i kompetencje z zakresu przedmiotu „przetwórstwo tworzyw polimerowych”
2	Student powinien posiadać wiedzę, umiejętności i kompetencje z zakresu przedmiotu „narzędzia do przetwórstwa tworzyw”
3	Student powinien posiadać wiedzę, umiejętności i kompetencje z zakresu przedmiotu „technologia przetwórstwa tworzyw”

Efekty kształcenia	
	W zakresie wiedzy:
EK 1	Student ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie formułowania i rozwiązywania złożonych zadań z zakresu zjawisk cieplnych i reologicznych tworzyw polimerowych
EK 2	Student ma szczegółową i pogłębioną wiedzę obejmującą zjawiska cieplne i reologiczne zachowanie się tworzyw
	W zakresie umiejętności:
EK 3	Student potrafi posługiwać się metodami analitycznymi, symulacyjnymi i eksperymentalnymi przy rozwiązywaniu zadań inżynierskich z zakresu teorii przetwórstwa tworzyw
EK 4	Student potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
	W zakresie kompetencji społecznych:
EK 5	Student ma poczucie odpowiedzialności za wykonywaną pracę, potrafi podporządkować się regułom pracy obowiązującym w zespole

Treści programowe przedmiotu	
Forma zajęć - wykłady	
	Treści programowe
W1	Odpowiedzialność pracy inżyniera, praca w zespole.
W2	Pojęcia podstawowe, ciepłne równanie stanu, wykres p-v-t i jego interpretacja, ochładzanie

	izobaryczne z małą i dużą prędkością tworzyw krystalicznych i bezpostaciowych, współczynnik rozszerzalności objętościowej, współczynnik rozprężliwości, współczynnik ściśliwości, interpretacja graficzna współczynników.
W3	Podstawowe zależności termodynamiczne. Entalpia właściwa i jej zależność od temperatury, energia wewnętrzna. Ustalono przenoszenie ciepła, przewodzenie ciepła, równanie różniczkowe Fouriera, opór cieplny, przewodzenie ciepła w ścianie płaskiej i walcowej jedno- oraz wielowarstwowej, rozkład temperatury przy przewodzeniu, przenikanie ciepła, prawo Newtona.
W4	Konwekcyjne przenoszenie ciepła, zmienne bezwymiarowe, laminarny i turbulentny przepływ tworzywa, radiacyjne przenoszenie ciepła, absorpcyjność, refleksyjność, diabatyczność, emisyjność zastępcza nieustalone przenoszenie ciepła, przebieg temperatury w czasie, równanie różniczkowe przewodzenia ciepła, liczba Biota i Fouriera, algorytm postępowania przy obliczaniu temperatury dla płyty, walca i kuli.
W5	Nagrzewanie i ochładzanie pośrednie, nagrzewanie rezystancyjne, elementy rezystancyjne: ferrochromale i chromonikieliny, nagrzewanie indukcyjne i rezystancyjno-indukcyjne, nagrzewanie i ochładzanie bezpośrednie, nagrzewanie pojemnościowe, nagrzewanie promiennikowe, tarciove, ultradźwiękowe i mikrofalowe i podstawowe zależności.
W6	Przenoszenie masy i ciepła, dyfuzja, równanie dyfuzji molekularnej, przenoszenie cieczy, suszenie, wilgotność tworzywa a czas suszenia.
W7	Podstawy reologiczne, odkształcenie postaciowe, ścinanie proste w warunkach odkształcenia sprężystego, plastycznego i przepływu, płyn newtonowski, lepkość dynamiczna, modele reologiczne Hooke'a, St. Venanta, Newtona, modele mechaniczne Kelvina-Voigta, Maxwella, Binghama.
W8	Płyny reostabilne, krzywe płynięcia płynów mających i nie mających granicy płynięcia, modele matematyczne, potęgowe, Ellisa, Carreau, Prandtla i inne, płyny reologicznie niestabilne, przykłady krzywych płynięcia, tiksotropia i antytiksotropia.
W9	Płyny lepkosprężyste, stan naprężenia pomiędzy równoległymi płytami, składowe stanu naprężenia, równanie Burgersa, efekt i liczba Weissenberga, przykłady efektu Weissenberga.
W10	Reologiczne zachowanie się tworzyw podczas ścinania, rozmiary cząstek, oddziaływania wzajemne, orientacja makrocząsteczek, pole prędkości o gradiencie poprzecznym, zachowanie podczas rozciągania, pole prędkości o gradiencie podłużnym, superpozycja obu pól, reologiczne zachowanie się tworzyw w zależności od struktury.
W11	Przepływ tworzyw w kanale prostym kołowym, przepływ Poiseuille'a, przepływ płynu spełniającego model potęgowy i Prandtla, obliczanie prędkości przepływu i objętościowego natężenia przepływu tworzywa, profile prędkości, przepływ w kanale złożonym pierścieniowym, prostokątnym, stożkowym liniowo i nieliniowo zbieżnym oraz pierścieniowym zbieżnym liniowo i nieliniowo, zależności matematyczne.
W12	Objętościowe i masowe natężenie przepływu, przepływ w obszarze brzegowym wlotowym i wylotowym, poprawki uwzględniające spadki ciśnienia, poprawka Bagleya, Hana, efekty przyścienne – poślizg przy ścianie, przepływ izotermiczny i nieizotermiczny.
W13	Reometria kapilarna, równanie Rabinowitscha-Mooneya, efekty uboczne związane z energią kinetyczną tworzywa, efekty końcowe, sprężyste, cieplne, dodatkowe i inne, wyznaczanie wskaźników reometrii kapilarnej: lepkości i naprężenia stykowego, budowa reometru kapilarnego.
W14	Reometria obrotowa, efekty uboczne reometrii obrotowej: końcowe i brzegowe, cieplne, wiry Taylora i inne, wyznaczanie wskaźników reometrii obrotowej i reometrii wirnikowej, budowa reometru obrotowego oraz reometru wirnikowego
Forma zajęć - ćwiczenia	
Treści programowe	
CW1	Przykłady obliczeniowe i zadania w zakresie podstaw cieplnych przetwórstwa tworzyw, a zwłaszcza obliczanie wielkości cieplnych podczas ustalonego i nieustalonego przenoszenia

	ciepła przez ściankę płaską i walcową zarówno jedno-, jak i wielowarstwową.
CW2	Analiza nagrzewania rezystancyjnego, pojemnościowego i promiennikowego w zadaniach. Pierwsze kolokwium cząstkowe.
CW3	Przykłady obliczeniowe i zadania w zakresie podstaw termodynamicznych przetwórstwa tworzyw, w szczególności ćwiczenia rachunkowe obejmujące obliczanie współczynnika ściśliwości, rozprężliwości i rozszerzalności a także entalpii.
CW4	Przykłady obliczeniowe i zadania w zakresie podstaw reologicznych przetwórstwa tworzyw, w szczególności ćwiczenia rachunkowe obejmujące zjawiska występujące w reometrze kapilarnym gazowym i tłokowym oraz w reometrze obrotowym.
CW5	Przykłady obliczeniowe dotyczące efektów ubocznych reometrii kapilarnej i obrotowej. Drugie kolokwium cząstkowe.

Forma zajęć - laboratoria

Treści programowe	
L1	Zajęcia wprowadzające, szkolenie BHP, zasady zaliczenia, podział na podgrupy, harmonogram zajęć.
L2	Wyznaczanie parametrów cieplnego równania stanu tworzyw częściowo krystalicznych i bezpostaciowych z wykorzystaniem modelu Spencer-Gilmore, Taita oraz IKV na podstawie wykresów p-v-t sporządzanych przy izobarycznym ochładzaniu.
L3	Oznaczanie teoretycznych i doświadczalnych wartości masowego oraz objętościowego natężenia przepływu tworzywa w układzie uplastyczniającym wytłaczarki z wykorzystaniem równania Hagena-Poiseuille'a.
L4	Określanie właściwości reologicznych tworzyw za pomocą reometru obrotowego stożek-płyta. Wyznaczanie krzywych płynięcia, krzywych lepkości, granicy płynięcia, zmiany lepkości w funkcji temperatury.
L5	Określanie rozkładu naprężeń stycznych, profilu prędkości i natężenia przepływu płynu newtonowskiego i nienewtonowskiego podczas przepływu laminarnego przez przewód o przekroju okrągłym z wykorzystaniem równania Rabinowitscha-Mooneya.
L6	Oznaczanie współczynnika ściśliwości i rozszerzalności objętościowej podczas izotermicznego ochładzania oraz izobarycznego nagrzewania tworzyw termoplastycznych częściowo krystalicznych.

Metody dydaktyczne

1	Wykład – wykład informacyjny z zastosowaniem technik multimedialnych
2	Ćwiczenia audytoryjne – rozwiązywanie zadań
3	Ćwiczenia audytoryjne – praca w grupach
4	Ćwiczenia audytoryjne – metoda aktywizująca z praktycznym działaniem studentów
5	Laboratorium – pokaz działania wybranych maszyn, narzędzi i urządzeń z wyjaśnieniami i opisem
6	Laboratorium – metoda aktywizująca z praktycznym działaniem studentów

Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z wykładowcą, w tym:	93
Udział w wykładach	30
Udział w ćwiczeniach	45
Udział w laboratoriach	15
Konsultacje	3
Praca własna studenta, w tym	50
Przygotowanie do ćwiczeń	15
Przygotowanie do laboratorium	15
Przygotowanie do zajęć	20
Łączny czas pracy studenta	143
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	6
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria, projekty)	4

Literatura podstawowa	
1	Sikora R.: Podstawy przetwórstwa tworzyw wielkocząsteczkowych. Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 1992.
2	Sikora R.: Przetwórstwo tworzyw wielkocząsteczkowych. Wydawnictwo Edukacyjne, Warszawa 1993.
3	Ferguson J., Kembłowski Z.: Reologia stosowana płynów. Wydawnictwo Marcus, Łódź 1995.
Literatura uzupełniająca	
1	Praca zbiorowa pod redakcją R. Sikory: Przetwórstwo tworzyw polimerowych. Podstawy logiczne, formalne i terminologiczne. Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2006.
2	White J.L., Potente H.: Screw Extrusion. Carl Hanser Verlag, Munich 2003.

Macierz efektów kształcenia					
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Metody dydaktyczne	Metody oceny
EK 1	MBM2A_W01 MBM2A_W02	C3, C4	CW1÷CW5	2, 3, 4	O2
EK 2	MBM2A_W08	C1, C2	W2÷W14	1	O1
EK 3	MBM2A_U18	C1, C2, C3, C4	CW1÷CW5 L2÷L6	2, 3, 4, 5, 6	O2, O3, O4
EK 4	MBM2A_U19	C1, C2	L2÷L6	5, 6	O3, O4
EK 5	MBM2A_K03	C5	W1, L1	1	O1, O5

Metody i kryteria oceny		
Symbol metody oceny	Opis metody oceny	Próg zaliczeniowy
O1	Egzamin pisemny z wykładów	50%
O2	Indywidualna praca studenta w trakcie trwania ćwiczeń.	50%
O3	Krótkie testy w trakcie trwania laboratorium.	50%
O4	Praca studenta w formie sprawozdania z wykonywanych ćwiczeń laboratoryjnych	100%

Autor programu:	Prof. dr hab. inż. Janusz W. Sikora
Adres e-mail:	janusz.sikora@pollub.pl
Jednostka organizacyjna:	Katedra Procesów Polimerowych