

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Engineering of Technological Processes (IPT, IPB, IOZE)

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	SIa-2_Kinetics_of_heterogeneous_processes
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Kinetics of heterogeneous processes
KOD PRZEDMIOTU	WITCh ICHIP oIIS C10 13/14
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	2

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	30	0	0	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z podstawami projektowania reaktorów heterogenicznych

Cel 2 Poszerzenie u studentów wiedzy z zakresu modelowania matematycznego procesów przenoszenia energii i masy.

Cel 3 Poszerzenie wiedzy z zakresu metod numerycznych, stosowanych w obliczeniach reaktorów heterogenicznych.

Cel 4 Rozwinięcie umiejętności rozwiązywania modeli matematycznych przy użyciu specjalistycznych programów komputerowych.

Cel 5 Rozwinięcie umiejętności porównywania rozwiązań technologicznych i proponowania modyfikacji mających na celu zwiększenia wydajności procesu.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Courses: Mathematics, Numerical methods, Physical chemistry, Chemical engineering, Chemical reactors engineering.

2 Skills: Computer literacy; programming in selected high-level language e.g.: Fortran, basic knowledge of Matlab

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Understanding mechanisms of kinetic processes proceeding in porous catalytic pellets. Ability to determine influence of process conditions and pellet geometry on effectiveness factor of a catalyst.

EK2 Umiejętności Mastery of determination methods of concentrations and temperatures distributions in catalytic pellets.

EK3 Umiejętności Mastery of modelling methods of two dimensional and one-dimensional stationary layers of catalysts in contact reactors. Mastery of autothermal contact reactors modelling.

EK4 Umiejętności Ability to determine steady state properties of monolithic and membrane reactors.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	A characteristics of heterogeneous chemical processes and their technological signification. Occurrence and significance of heterogeneous processes in the industry. An ordination of heterogeneous processes according to the number of phases in a reacting system. Examples and significance of processes with solid catalysts.	2
W2	Kinetic analysis of a process within a single catalyst pellet. Kinetic analysis of contact processes in a single porous catalytic pellet partial process stages. Kinetic models of processes with solid catalysts. The term of the stage controlling the complex process rate.	2
W3	Experimental methods and interpretation of measurement results. Influence of stages, which control complex process on selection of experiments operating conditions and on interpretation of kinetic parameters values.	2
W4	Mathematical modelling of contact process in catalytic pellets of regular shapes. Formation rules of mass and energy balances in porous catalytic pellets. Dimensionless variables. Thiele modulus. Pellet shape coefficient. Generalized models.	2

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W5	Types of boundary problems occurring in modelling of chemical process in catalytic pellet. Alternative manners of boundary problems formulation in models of catalytic pellets. Types of boundary problems occurring in modelling of chemical process in a catalytic pellet.	2
W6	Numerical methods of steady state determination of a catalytic pellet. Algorithms of steady state determination of a catalytic pellet. Distributions of state variables in catalytic pellets. Issue of steady-state multiplicity of the pellet.	2
W7	The overall process rate and the effectiveness factor for a contact pellet. Alternative definitions of the general process rate. The effectiveness factor for catalytic and biocatalytic pellets of regular shapes.	2
W8	Contact processes occurring in the range of the external diffusion. Characteristics of contact processes occurring in the range of the external diffusion. Favourable hydrodynamic and kinetic conditions. An influence on selection and geometry of the catalyst.	2
W9	Modelling of stationary layers of solid catalysts. Heterogeneous models of stationary layers of solid catalysts. One-dimensional and two-dimensional models.	2
W10	Pseudo-homogeneity of contact process.	2
W11	Monolithic reactors. Description and presentation of modelling methods of monolithic reactors. Advantages and disadvantages of monolithic reactors and their use.	2
W12	Membrane contact reactors. Construction, properties and purpose of membrane reactors. Modeling of basic types of contact membrane reactors.	2
W13	Contact fluidized bed reactors. Characteristics and application of fluidized bed reactors. Classification of mathematical models of contact fluidized bed reactors. Autothermic structures with fluidized bed reactors.	2
W14	Kinetics of multiphase processes with liquid phases. Kinetics of multiphase processes with liquid phases. Balancing methods of heterogeneous systems in liquid-liquid system.	2
W15	Types and design solutions of heterogeneous gas-liquid reactors. Industrial application and division of heterogeneous reactors for gas-liquid processes. Work modes of reactors. Types and constructional solutions of heterogeneous gas-liquid reactors.	2

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Project task: In an autothermal catalytic reactor with two-pass heat exchanger an exothermic chemical reaction occurs according to the kinetic equation . At process conditions the flow of gas is plug-type. One has to tabularly determine the longitudinal temperature distributions of substrate $T_s(z)$, reaction zone $T(z)$, product $T_p(z)$ and distribution of degree of conversion $A(z)$ corresponding to the steady state for the following data: $C_{af} = \dots$ kmol/m³, $H_A = \dots$ kJ/kmol, $d_s = \dots$ m, $d_r = \dots$ m, $d_p = \dots$ m, $L_r = \dots$ m, $\rho = \dots$ kg/m³, $c_p = \dots$ kJ/(kg K), $k_q = \dots$ kW/(m² K), $\eta = \dots$, $T_f = \dots$ K, $FV = \dots$ m³/s. Invariability of physicochemical properties of reaction mixture and pseudo-homogeneity of catalyst layer model should be accepted. The temperature and degree of conversion profiles in the reactor should be presented graphically. The project consist of: - subject and goal of the task, - scheme of the reactor, - description of solution algorithm of boundary problem which constitutes model of autothermal reactor, - description of calculation process, - final results of calculations in tabular form, - graphical presentation of state variables distribution in the reactor and in the heat exchanger, references.	15

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Ćwiczenia projektowe

N2 Dyskusja

N3 Wykłady

N4 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	0
Konsultacje przedmiotowe	20
Egzaminy i zaliczenia w sesji	10
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	65
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Odpowiedź ustna

F3 Ćwiczenie praktyczne

F4 Zadanie tablicowe

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Projekt

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Ćwiczenie praktyczne

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 3.0	Znajomość sposobów wytwarzania katalizatorów oraz kryteriów oceny ziarn katalizatorów. Znajomość i zrozumienie etapów cząstkowych procesu kontaktowego.

NA OCENĘ 3.5	Zdefiniowanie liczby Biota, modułu Thielego oraz współczynnika efektywności ziarna i ich interpretacja fizykalna.
NA OCENĘ 4.0	Wiedza na temat wpływu warunków zewnętrznych oraz wewnętrznych oporów ruchu masy na rozkłady zmiennych stanu w ziarnie katalizatora.
NA OCENĘ 4.5	Umiejętność przeanalizowania wpływu warunków zewnętrznych oraz wewnętrznych oporów ruchu masy na współczynnik efektywności ziarna.
NA OCENĘ 5.0	Rozszerzona wiedza na temat struktury gałęzi stanów stacjonarnych nieizotermicznego ziarna katalizatora.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 3.0	Wyprowadzenie modelu procesu kontaktowego przebiegającego w ziarnie kulistym. Interpretacja fizykalna wyrazów wchodzących w skład bilansów masowego i cieplnego.
NA OCENĘ 3.5	Sprowadzenie modelu procesu kontaktowego przebiegającego w ziarnie kulistym do postaci bezwymiarowej.
NA OCENĘ 4.0	Przedstawienie algorytmu rozwiązywania modelu procesu kontaktowego przebiegającego w ziarnie kulistym.
NA OCENĘ 4.5	Umiejętność rozwiązania modelu procesu kontaktowego przebiegającego w ziarnie kulistym.
NA OCENĘ 5.0	Umiejętność przeprowadzenia numerycznego eksperymentu polegającego na określeniu rozkładów zmiennych stanu w ziarnie katalizatora dla różnych wartości liczby Biota bądź modułu Thielego.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność opisanie zasad formułowania modeli heterogenicznych i modeli pseudohomogenicznych reaktorów kontaktowych.
NA OCENĘ 3.5	Potrafi sformułować homogeniczny model jednowymiarowy reaktora kontaktowego, w którym przebiega reakcja nieizotermiczna.
NA OCENĘ 4.0	Potrafi sformułować heterogeniczny model jednowymiarowy reaktora kontaktowego, w którym przebiega reakcja nieizotermiczna.
NA OCENĘ 4.5	Potrafi sformułować heterogeniczny model dwuwymiarowy reaktora kontaktowego, w którym przebiega reakcja nieizotermiczna.
NA OCENĘ 5.0	Potrafi napisać program komputerowy i przeprowadzić symulację procesu w autotermicznym reaktorze rurowym z jednobiegowym wymiennikiem ciepła.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	Potrafi wyprowadzić model matematyczny reaktora monolitycznego, w którym przebiega proces izotermiczny.
NA OCENĘ 3.5	Potrafi wyprowadzić model matematyczny reaktora membranowego dla pojedynczej reakcji chemicznej przebiegającej w warunkach izotermicznych.

NA OCENĘ 4.0	Potrafi sprowadzić model matematyczny reaktora membranowego dla pojedynczej reakcji chemicznej przebiegającej w warunkach izotermicznych do postaci bezwymiarowej.
NA OCENĘ 4.5	Potrafi przeanalizować wpływ wartości współczynnika permeacji na stopnie przereagowania substratu i produktu.
NA OCENĘ 5.0	Potrafi przeprowadzić obliczenia procesu przebiegającego w reaktorze membranowym

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W01, K_W02, K_W06, K_W09, K_W11	Cel 1 Cel 2 Cel 3	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13 W14 W15	N2 N3 N4	F1 F2 P1
EK2	K_U07, K_U08, K_U10, K_U12, K_U17	Cel 3 Cel 4 Cel 5	W2 W3 W4 W5 W6	N1 N2 N4	F1 F3 P1 P2
EK3	K_U07, K_U08, K_U10, K_U12, K_U17	Cel 3 Cel 4 Cel 5	W9 W10 W13 W14 P1	N1 N2 N4	F1 F3 P1 P2
EK4	K_U07, K_U08, K_U10, K_U12, K_U17	Cel 3 Cel 4 Cel 5	W11 W12	N1 N2 N4	F1 F2 F3 F4 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | H.S.Fogler — *Elements of chemical reaction engineering*, Massachusetts, 1992, Prentice-Hall
- [2] | H.S.Lee — *Heterogeneous reactors design*, Butterworth, 1984, Wiley
- [3] | D.Kunii, O.Levenspiel — *Fluidization engineering*, New York, 1969, Wiley
- [4] | G.Astarita, D.W.Savage, A.Bisio — *Gas treating with chemical solvents*, New York, 1983, Wiley

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **B.Tabiś, W.Żukowski** — *Przykłady i zadania z zakresu inżynierii reaktorów chemicznych*, Kraków, 2000, Wyd. Politechniki Krakowskiej
- [2] | **B.Tabiś, A.Gawdzik** — *Modelowanie i projektowanie reaktorów heterogenicznych*, Kraków, 1989, Wyd. Politechniki Krakowskiej

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH**OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr hab. inż. Szymon Skoneczny (kontakt: yourmail@gmail.com)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 mgr inż. Szymon Skoneczny (kontakt: skoneczny@chemia.pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....