

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	SI-2_17_IPT - Wysokosprawne wymienniki ciepła i masy
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WITCh ICHIP oIIS D18 14/15
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	6.00
SEMESTRY	3

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
3	30	0	0	0	30	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z różnymi odmianami konstrukcyjnymi współcześnie stosowanych wysokosprawnych wymienników ciepła i z materiałami stosowanymi do ich budowy.

Cel 2 Przekazanie studentom informacji odnośnie metod projektowania wysokosprawnych wymienników ciepła.

Cel 3 Zapoznanie studentów z budową wybranych wysokosprawnych wymienników masy.

Cel 4 Przekazanie studentom informacji odnośnie metod obliczeń omawianych wymienników masy.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawowa wiedza w zakresie wymiany ciepła i masy.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student orientuje się w specyfice poznanych rozwiązań konstrukcyjnych wymienników ciepła, zna rodzaje materiałów wykorzystywanych do ich budowy, ma również rozeznanie odnośnie metodyki obliczeń i stosowanych do tego celu wzorów.

EK2 Umiejętności Student potrafi prawidłowo dobrać właściwą konstrukcję wymiennika ciepła dla określonego zastosowania oraz preferowany rodzaj materiału z którego ma być wykonany.

EK3 Wiedza Student posiada wiedzę na temat omawianych wysokosprawnych wymienników masy, orientuje się w ich budowie i przeznaczeniu.

EK4 Umiejętności Student potrafi wykonać podstawowe obliczenia procesowe w zakresie hydrodynamiki i wymiany masy oraz na ich podstawie określić wymiary projektowanego wymiennika masy.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Krótkie podsumowanie wiedzy wcześniej nabytej przez studentów w zakresie teorii transportu ciepła i konstrukcji wymienników ciepła. Pojęcia współprądu, przeciwprądu, przepływu krzyżowego, pojemności cieplnej mediów, NTU i efektywności cieplnej. Typy poznanych wymienników płaszczowo rurkowych.	2
W2	Materiały stosowane w budowie wymienników ciepła. Ich wady i zalety. Uzasadnienie celowości wyboru danego rodzaju materiału.	2
W3	Wymienniki ciepła z powierzchniami ożebrowanymi. Rozwiązania konstrukcyjne. Zastosowania. Wzory do wyznaczania współczynników wnikania ciepła. Algorytm obliczeń. Przykłady obliczeń.	4
W4	Regeneratory. Odmiany konstrukcyjne, zastosowanie, metodyka obliczeń.	2
W5	Wymienniki płytowe. Klasyfikacja, cechy konstrukcyjne, zastosowania. Zalety i wady w stosunku do wymienników płaszczowo rurowych.	2
W6	Wymienniki skrobakowe i spiralne. Zastosowania. Wady i zalety oraz ich rozwiązania konstrukcyjne.	2
W7	Mikrowymienniki. Powody wzrostu zainteresowania miniaturyzacją tych urządzeń. Dziedziny w których szczególnie chętnie są stosowane, rozwiązania konstrukcyjne, techniki wykonania, zalety i wady. Obliczenia cieplne i hydrauliczne. Przykład obliczeniowy.	2

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W8	Repetitorium z teorii wymiany masy. Powtórka z zakresu równowag międzyfazowych, dyfuzji ustalonej i nieustalonej (prawa pierwsze i drugie Ficka), wnikania i przenikania masy.	2
W9	Nowoczesne wypełnienia i odmiany konstrukcyjne półek stosowanych w aparatach kolumnowych. Przegląd stosowanych aktualnie i w przeszłości wypełnień. Ich charakterystyki, wady i zalety. Osprzęt wewnętrzny, w tym elementy nośne, wypełnienia, elementy rozpraszające fazę ciekłą oraz szczegóły konstrukcji przelewów.	2
W10	Teoretyczne podstawy krystalizacji i aparaty do jej realizacji. Bilanse masowe i cieplne. Wzory obliczeniowe. Podział krystalizatorów. Przegląd stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych. Przykład obliczeniowy.	2
W11	Ekstrakcja ciecz - ciecz i ciecz - ciało stałe (w tym ługowanie) oraz aparaty do jej realizacji. Metodyka obliczeń. Obszary zastosowań. Przykład obliczeniowy.	2
W12	Wymienniki masy z ruchomym złożem. Podstawowe wzory obliczeniowe przydatne do projektowania wymienników masy i ciepła z ruchomym złożem. Wady i zalety stosowania złoża: fluidalnego, fontannowego i cyrkulacyjnego. Dziedziny zastosowań.	4
W13	Wybrane, ciekawsze rozwiązania konstrukcyjne innych wymienników ciepła i masy.	2

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Projekt chłodnicy lub skraplacza z powierzchniami ożebrowanymi chłodzonego powietrzem atmosferycznym. Określenie właściwości fizykochemicznych mediów wymieniających ciepło. Obliczenie strumieni wymienianego ciepła dla zadanego natężenia przepływu cieczy lub pary.	2
P2	Sporządzenie orientacyjnego wykresu rozkładu temperatur mediów po długości wymiennika oraz obliczenie średnie logarytmicznej różnicy temperatur. Podjęcie decyzji odnośnie usytuowania rur wymiennika i wentylatora. Założenie orientacyjnej wartości współczynnika przenikania ciepła i wyliczenie orientacyjnej powierzchni wymiany ciepła. Dobór wymiennika z zewnątrz ożebrowanymi rurami z katalogów producentów, o powierzchni równej lub nieco większej od wartości wstępnie obliczonej. Dla znanej geometrii dobranego wymiennika przeprowadzenie dokładnych obliczeń cieplnych, wyliczenie powierzchni wymiany ciepła, ilości rur i ich długości. W przypadku rozbieżności między dobraną i wliczoną powierzchnią przeprowadzenie ponownych obliczeń dla nowo dobranej z katalogu powierzchni.	5
P3	Obliczenie oporów przepływu obu mediów. Wyznaczenie koniecznej mocy i wydatku wentylatora oraz jego dobór z katalogu producenta.	3

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P4	Wykonanie rysunku ofertowego zaprojektowanego wymiennika z podaniem ważniejszych wymiarów oraz rozrysowanie ważniejszych szczegółów zaleconych przez prowadzącego zajęcia.	5
P5	Projekt nr 2. Graficzne określenie liczby stopni ekstrakcji oleju z nasion zadanej rośliny oleistej. Na podstawie uzyskanych danych naniesienie na wykres linii bilansu materiałowego i zaznaczenie punktów odpowiadających składom: placka ze zgniecionych nasion, rozpuszczalnika i rafinatu. Określenie ilości ekstraktu i zawartości w nim oleju.	7
P6	Projekt suszarki fluidyzacyjnej. Na podstawie zadanych: wydatku suszonego materiału, jego wilgotności początkowej i końcowej oraz jego temperatury, należy określić optymalną wysokość złoża, powierzchnię przekroju poprzecznego aparatu, jego całkowitą wysokość oraz liczbę cykli nagrzewania i chłodzenia. Należy także określić konieczne wydatki czynnika suszącego, strumień dostarczanego ciepła a także straty ciśnienia gazu przepływającego przez suszarkę. Należy również dobrać wentylator do przetłaczania zadanej ilości gazu.	8

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Ćwiczenia projektowe

N2 Wykłady

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Dyskusja

N5 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	3
Wycieczka do zakładu lub biura projektowego	12
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	30
Opracowanie wyników	30
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	25
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	120
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	6.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Test

F2 Projekt indywidualny

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Do egzaminu mogą przystąpić studenci, którzy zaliczyli projekty

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Test

B2 Projekt indywidualny

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Opanowanie materiału w zakresie poniżej 50%
NA OCENĘ 3.0	Opanowanie materiału w zakresie 50 do 59%
NA OCENĘ 3.5	Opanowanie materiału w zakresie 60 do 69%
NA OCENĘ 4.0	Opanowanie materiału w zakresie 70 do 79%
NA OCENĘ 4.5	Opanowanie materiału w zakresie 80 do 89%
NA OCENĘ 5.0	Opanowanie materiału w zakresie powyżej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Nieoddanie projektu i wykazanie braku umiejętności przeprowadzania podstawowych obliczeń omawianych wymienników ciepła, doboru typu konstrukcji i rodzaju materiałów
NA OCENĘ 3.0	Wykonanie i oddanie projektu i wykazanie wymaganych umiejętności w zakresie 50 do 59% wyłożonego materiału
NA OCENĘ 3.5	Wykonanie i oddanie projektu i wykazanie umiejętności w zakresie 60 do 69% wyłożonego materiału
NA OCENĘ 4.0	Wykonanie i oddanie projektu i wykazanie umiejętności w zakresie 70 do 79% wyłożonego materiału
NA OCENĘ 4.5	Wykonanie i oddanie projektu i wykazanie umiejętności w zakresie 80 do 89% wyłożonego materiału
NA OCENĘ 5.0	Biegła znajomość podstawowych obliczeń, doboru właściwego typu wymiennika oraz umiejętność doboru właściwych materiałów konstrukcyjnych oraz wykonanie i oddanie projektu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Opanowanie materiału dotyczącego wysokosprawnych wymienników masy w zakresie poniżej 50%
NA OCENĘ 3.0	Opanowanie materiału w zakresie 50 do 59%
NA OCENĘ 3.5	Opanowanie materiału w zakresie 60 do 69%
NA OCENĘ 4.0	Opanowanie materiału w zakresie 70 do 79%
NA OCENĘ 4.5	Opanowanie materiału w zakresie 80 do 89%
NA OCENĘ 5.0	Biegła znajomość temtyki dotyczącej wysokosprawnych wymienników masy, prezentowanej w trakcie wykładów
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Brak umiejętności przeprowadzania obliczeń poznanych wymienników masy oraz doboru ich typu i właściwych materiałów konstrukcyjnych.

NA OCENĘ 3.0	Wykonanie i oddanie projektu oraz wykazanie umiejętności wykorzystania nabytej wiedzy w zakresie 50 do 59%
NA OCENĘ 3.5	Wykonanie i oddanie projektu i wykazanie umiejętności wykorzystania nabytej wiedzy w zakresie 60 do 69%
NA OCENĘ 4.0	Wykonanie i oddanie projektu i wykazanie umiejętności wykorzystania nabytej wiedzy w zakresie 70 do 79%
NA OCENĘ 4.5	Wykonanie i oddanie projektu i wykazanie umiejętności wykorzystania nabytej wiedzy w zakresie 80 do 89%
NA OCENĘ 5.0	Biegła znajomość nabytej wiedzy z zakresu nowoczesnych wymienników masy i umiejętność jej praktycznego wykorzystania oraz wykonanie i oddanie projektu.

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_W03 K_W05 K_W11	Cel 1	W1 W2 W4 W5 W6 W7	N2 N3 N4 N5	F1 P1
EK2	K_U01 K_U09 K_U11 K_U15	Cel 2	W1 W3 P1 P2 P3 P4	N1 N2 N3	F2 P1
EK3	K_W03 K_W05 K_W11	Cel 3	W8 W9 W10 W11 W12	N2 N3 N4 N5	F1 P1
EK4	K_U01 K_U09 K_U11 K_U15	Cel 4	W9 W10 W11 W12 P5 P6	N1 N2 N3	F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] **J.E. Hesselgreaves** — *Compact Heat Exchangers*, Amsterdam, 2001, Pergamon
- [2] **M.J. Jackson** — *Micro and Nanomanufacturing*, Berlin, 2007, Springer Science and Business Media
- [3] **L.P. Jarin, A. Masyak** — *Fluid Flow, Heat Transfer and Boiling in Micro Channels*, Berlin, 2009, Springer
- [4] **R. Billet** — *Oszczędność energii w procesach termicznego rozdziału substancji*, Warszawa, 1992, WNT

- [5] **R. Petrus, G. Aksielrud** — *Wymiana masy w układzie ciało stałe ciecz*, Rzeszów, 1998, Wydawnictwo Politechniki Rzeszowskiej
- [6] **A. Kayode Coker** — *Ludwigs Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, Oxford, 2010, Elsevier

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] **J. Pikoń** — *Aparatura chemiczna*, Warszawa, 1983, PWN
- [2] **T. Hobler** — *Ruch ciepła i wymienniki*, Warszawa, 1986, WNT
- [3] **T. Hobler** — *Dyfuzyjny ruch masy i absorbery*, Warszawa, 1982, WNT

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Aleksander Pabiś (kontakt: apabis@chemia.pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż Aleksander Pabiś (kontakt: apabis@chemia.pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....