

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

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 15/16
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
<b>W8</b>	Repetitorium z teorii wymiany masy. Powtórka z zakresu równowag międzyfazowych, dyfuzji ustalonej i nieustalonej (prawa pierwsze i drugie Ficka), wnikania i przenikania masy.	2
<b>W9</b>	Nowoczesne wypełnienia i odmiany konstrukcyjne pólek 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
<b>W10</b>	Teoretyczne podstawy krystalizacji i aparaty do jej realizacji. Bilanse masowe i cieplne. Wzory obliczeniowe. Podział krystalizatorów. Przegląd stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych. Przykład obliczeniowy.	2
<b>W11</b>	Ekstrakcja ciecz - ciecz i ciecz - ciało stałe (w tym ługowanie) oraz aparaty do jej realizacji. Metodyka obliczeń. Obszary zastosowań. Przykład obliczeniowy.	2
<b>W12</b>	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
<b>W13</b>	Wybrane, ciekawsze rozwiązania konstrukcyjne innych wymienników ciepła i masy.	2

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Projekt chłodnicy lub skraplacza z powierzchniami ożebrowanymi chłodzonego powietrzem atmosferycznym. Określenie właściwości fizykochemicznych mediów wymieniających ciepło. Obliczenie strumieni wymianianego ciepła dla zadanego natężenia przepływu cieczy lub pary.	2
<b>P2</b>	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
<b>P3</b>	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
<b>P4</b>	Wykonanie rysunku ofertowego zaprojektowanego wymiennika z podaniem ważniejszych wymiarów oraz rozrysowanie ważniejszych szczegółów zaleconych przez prowadzącego zajęcia.	5
<b>P5</b>	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
<b>P6</b>	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
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	20
Egzaminy i zaliczenia w sesji	3
Wycieczka do zakładu lub biura projektowego	12
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	30
Opracowanie wyników	30
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	25
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>180</b>
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		Cel 1	W1 W2 W4 W5 W6 W7	N2 N3 N4 N5	F1 P1
EK2		Cel 2	W1 W3 P1 P2 P3 P4	N1 N2 N3	F2 P1
EK3		Cel 3	W8 W9 W10 W11 W12	N2 N3 N4 N5	F1 P1
EK4		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](mailto:apabis@chemia.pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

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

.....