

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Sorpcyjne systemy energetyczne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Sorption energy systems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0014
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15		15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30		60	
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1		2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1		2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	0,75		1,5	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość zagadnień związanych z termodynamiką techniczną, mechaniką płynów i wymianą ciepła
2. Znajomość rysunku technicznego i zasad zapisu konstrukcji
3. Umiejętność konstruowania przy pomocy programów graficznych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Zapoznanie studentów z budową i działaniem sorpcyjnych systemów energetycznych oraz właściwościami roztworów roboczych.
- C2 – Zaznajomienie studentów z modelowaniem procesów systemów sorpcyjnych metodą graficzną i zastosowaniem programu komputerowego.
- C3 – Wyrobienie u studentów umiejętności projektowania i konstruowania aparatów sorpcyjnych systemów energetycznych.
- C4 – Przygotowanie studentów do realizacji projektu aparatu systemu sorpcyjnego

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie podstaw termodynamicznych, budowy i działania sorpcyjnych systemów energetycznych

PEK_W02 – posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie bilansowania energetycznego procesów i obliczania cieplnego aparatów sorpcyjnych systemów energetycznych

PEK_W03 – posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie konstruowania aparatów sorpcyjnych systemów energetycznych.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – umie identyfikować i bilansować procesy obiegu sorpcyjnych systemów energetycznych.

PEK_U02 – umie obliczać i konstruować aparaty sorpcyjnych systemów energetycznych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zakres wykładu, warunki zaliczenia, literatura. Charakterystyka podstawowych pojęć i definicji z termodynamiki roztworów, potrzebnych do modelowania obiegu absorpcyjnego. Historia i perspektywy chłodnictwa absorpcyjnego.	2
Wy2	Właściwości czynników roboczych (wodny roztwór amoniaku, wodny roztwór bromku litu) i ich wpływ na konstrukcję systemów absorpcyjnych. Budowa wykresu h-ξ dla wodnego roztworu amoniaku.	2
Wy3	Zastosowanie zasad bilansowania termodynamicznego do modelowania obiegu sorpcyjnego. Bilans cieplny amoniakalnego systemu sorpcyjnego na wykresie h-ξ. Bilanse substancjalne i cieplne procesów cząstkowych. Internetowy program Absorpcja 3D do wizualizacji i obliczeń obiegu wodno-amoniakalnego.	2
Wy4	Podstawy projektowania płaszczowo-rurowych aparatów do przemysłowej ziębiarki absorpcyjnej na przykładzie skraplacza, szczegóły konstrukcyjne: ortogonalny, heksagonalny i współśrodkowy układ rur, dobór dennic, króćców.	2
Wy5	Modele obliczeń cieplnych i hydraulicznych skraplaczy i parowaczy wodno-amoniakalnych systemów sorpcyjnych, przegląd konstrukcji: aparaty poziome, pionowe, węzownicowe, członowe.	2
Wy6	Zasady działania i obliczenia cieplne i hydrauliczne absorberów i desorberów wodno-amoniakalnych systemów sorpcyjnych, przegląd konstrukcji: aparaty poziome zalane i ociekowe oraz pionowe. Szczegóły konstrukcyjne.	2
Wy7	Właściwości pracy rektyfikatora w wodno-amoniakalnych systemach sorpcyjnych. Rola i konstrukcja deflegmatora, obliczanie teoretycznej i rzeczywistej ilości pól kolumny rektyfikacyjnej. Trendy rozwoju wodno-amoniakalnych systemów sorpcyjnych.	2
Wy8	Porównanie systemu sorpcyjnego przemysłowego i systemu absorpcyjno-dyfuzyjnego. Sposób działania systemu absorpcyjno-dyfuzyjnego, dobór czynników roboczych, wpływ geometrii systemu na efektywność jego pracy.	2
Wy9	Warianty konstrukcji systemów absorpcyjno-dyfuzyjnych, trendy rozwoju, charakterystyki pracy pompy termosyfonowej. Urządzenia absorpcyjno-dyfuzyjne – obieg wodoru w urządzeniu, zasady projektowania wymienników znajdujących się w obiegu wodoru.	2
Wy10	Budowa wykresu h-ξ i lgp-t dla wodnego roztworu bromku litu, identyfikacja punktów stanu i bilans cieplny jednoefektowego oziębiacza wody dla celów klimatyzacji, określenie COP oziębiacza sorpcyjnego.	2
Wy11	Identyfikacja punktów stanu i bilans cieplny dwuefektowego oziębiacza wody dla celów klimatyzacji, wpływ temperatury czynnika grzewczego na wybór wariantu systemu.	2
Wy12	Przegląd konstrukcji sorpcyjnych oziębiaczy wody, sorpcyjne oziębiacze wody w systemach solarnych, problemy eksploatacyjne (utrzymanie próżni, rekrytalizacja	2

	roztworu).	
Wy13	Procesy adsorpcji i desorpcji. Klasyfikacja (adsorpcja fizyczna i chemiczna) oraz cechy charakterystyczne. Pary robocze i ich właściwości. Podstawowy obieg adsorpcyjny. Efektywność obiegu adsorpcyjnego.	2
Wy14	Analiza termodynamiczna obiegu adsorpcyjnego. Sposoby zwiększania współczynnika efektywności. Systemy wieloadsorberowe, z regeneracją, z regeneracją masy, z falą cieplną.	2
Wy15	Struktura złoża adsorbentu. Procesy dyfuzji oraz zjawiska cieplne. Przepływy międzycząsteczkowe i wewnątrzcząsteczkowe. Podstawy modelowania przepływu ciepła i masy w strukturze adsorbentu.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Zapoznanie się z budową wykresu entalpia-skład-ciśnienie (h - x - $\log p$) dla wodnego roztworu amoniaku. Określenie obszarów fazy ciekłej i parowej, obliczenie entalpii roztworu dla czystych składników roztworu, wyznaczenie przebiegu izoterm w obszarze cieczy i pary mokrej.	2
Ćw2	Identyfikacja punktów stanu dla skraplania całkowitego i częściowego, identyfikacja punktów stanu dla procesu parowania. Zadania obliczeniowe. Dyskusja wyników.	2
Ćw3	Identyfikacja punktów stanu dla procesu absorpcji, wyznaczenie prostej mieszania, zastosowania analityczno-wykresłnej metody bilansowania, bilanse cieplne i substancjalne procesu absorpcji. Zadania obliczeniowe.	2
Ćw4	Identyfikacja punktów stanu dla procesu desorpcji, zastosowanie analityczno-wykresłnej metody bilansowania, bilanse cieplne i substancjalne procesu desorpcji. Zadania obliczeniowe. Analiza otrzymanych wyników.	2
Ćw5	Obliczenia cieplne i substancjalne rektyfikatora wodno-amoniakalnego systemu sorpcyjnego. Obliczenia cieplne i substancjalne rektyfikatora, wyznaczenie ilości pól kolumny rektyfikacyjnej.	2
Ćw6	Zapoznanie się z budową wykresów entalpia-skład-ciśnienie (h - x - $\ln p$) i ciśnienie-temperatura ($\ln p$ - t) dla wodnego roztworu bromku litu. Identyfikacja podstawowych procesów obiegu jednoefektowego. Zadania obliczeniowe.	2
Ćw7	Modelowanie procesów obiegu adsorpcyjnego. Obliczanie COP obiegu.	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zakres projektu, warunki zaliczenia, literatura. Przydzielenie indywidualnych tematów projektowych studentom.	2
Pr2	Omówienie i przybliżenie zagadnień poruszanych w projektach. Indywidualna praca studentów nad projektami. Ustalanie podstawowych temperatur pracy obiegu absorpcyjnego. Identyfikacja punktów stanu dla indywidualnych danych projektowych.	2
Pr3	Indywidualna praca studentów nad projektami. Bilans cieplny ziębiarki dla indywidualnych danych projektowych.	2
Pr4	Indywidualna praca studentów nad projektami. Obliczenia cieplne i hydrauliczne wybranego aparatu. Obliczenie i określenie konfiguracji powierzchni przekazywania ciepła.	2
Pr5	Indywidualna praca studentów nad projektami. Obliczenia wytrzymałościowe wybranych węzłów konstrukcyjnych. Wykonanie wstępnych szkiców konstrukcji projektowanego aparatu. Analiza i dyskusja nad wybraną koncepcją i jej realizacją.	2
Pr6	Indywidualna praca studentów nad projektami. Wykonywanie dokumentacji rysunkowej projektowanego aparatu.	2
Pr7	Indywidualna praca studentów nad projektami. Wykonywanie dokumentacji rysunkowej projektowanego aparatu. Przygotowanie sprawozdania. Przygotowanie prezentacji projektu.	2
Pr8	Prezentacja i oddanie gotowych projektów przez studentów.	1

Suma godzin	15
-------------	----

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
 N2. Ćwiczenia rachunkowe, dyskusja rozwiązań zadań, zastosowanie programu komputerowego.
 N3. Indywidualna prezentacja projektu,
 N4. Konsultacje.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEK_W01-PEK_W03	Egzamin pisemny
P2	PEK_U01	Kolokwium
P3	PEK_U02	Prezentacja projektu

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Herold K., Radermacher R., Sanford A. Klein – Absorption Chillers and Heat Pumps. CRC Press 1996
- [2] Królicki Z. – Termodynamiczne podstawy obniżania temperatur. Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 2006
- [3] Maczek K. – Modelowanie matematyczne w optymalizacji urządzeń cieplnych sorpcyjnych. Monografia. Politechnika Krakowska 1984.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Strona internetowa – Absorpcja 3D – <http://fluid.itcmp.pwr.wroc.pl/~kasper/absorpcja3d/>
- [2] Mikielwicz D. – Chłodnicze układy absorpcyjne LiBr-H₂O i NH₃-H₂O, CHŁODNICTWO, 3/5/2016, Vol.1(3), pp.26-34
- [3] Ratlamwala I., Dincer T. A. H. – Integrated Absorption Refrigeration Systems, Springer International, 2016

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Tomasz Hałon, tomasz.halon@pwr.edu.pl