

Przedmiot: Gospodarka energią

Kod przedmiotu: WTiCh/IIS/ICh/D6-2

1. **Opowiedziany za przedmiot, jego miejsce zatrudnienia i e-mail:** Prof. dr hab. inż. Stanisław Masiuk Zakład Ciepłownictwa i Gospodarki Odpadami, Instytut Inżynierii Chemicznej i Procesów Ochrony Środowiska, e-mail: smasiuk@ps.pl.
1. **Język wykładowy:** polski
2. **Liczba punktów:** 8
3. **Rodzaj studiów, kierunek, specjalność:** studia II stopnia, stacjonarne, kierunek Inżynieria Chemiczna i Procesowa, specjalność Inżynieria procesów w technologiach przetwórczych
4. **Status przedmiotu dla ww. studiów:** obowiązkowy
5. **Informacje o formach zajęć:**

Sem.	Pkt	Zajęcia praktyczne									
		Wykład		Seminarium		Ćw/ćw, komp.		Laboratorium		Projekt	
		G/sem	F.z.	G/sem	F.z.	G/sem	F.z.	G/sem	F.z.	G/sem	F.z.
I	8	60	E			15	Z	30	Z	15	Z
Waga		1,0				0,8		0,7		0,6	

Objaśnienia: Pkt – liczba punktów, G/sem. – liczba godzin w semestrze, F.z. – forma zaliczenia zajęć (E – egzamin, Z – zaliczenie). Ćw. komp – zajęcia w formie ćwiczeń, na stanowiskach komputerowych

7. Wymagane zaliczenie przedmiotów poprzedzających (lub określenie wymaganej wiedzy):

8. Program wykładów

Problemy gospodarki cieplnej. Priorytety. Praktyczne aspekty gospodarki cieplnej. Recykling energetyczny odpadów ze szczególnym wyróżnieniem odpadów opakowaniowych. Procesy cieplne. Równanie bilansu energii cieplnej. Podstawowe składniki równania oraz pełnione funkcje w procesach cieplnych. Jednostki i wartości wielkości fizykochemicznych dotyczących procesu wymiany ciepła. Klasyfikacja procesów. Ogólne formy opisu. Aparaty cieplne w liniach technologicznych. Rola aparatów wymiany ciepła. Przewodzenie ciepła. Wielkości charakterystyczne. Warunki graniczne. Podstawowe geometrie praktycznie występujące w technice. Siła napędowa procesu. Przewodzenie przez płyty płaską. Maksymalny strumień ciepła. Przewodzenie przez pakiet płyt o jednakowych i różnych współczynnikach przewodzenia ciepła. Wpływ na natężenie przepływu ciepła zależności współczynnika przewodzenia od temperatury. Przewodzenie ciepła przez pojedynczą ściankę walcową i kulistą oraz przez ich pakiet. Przewodzenie ustalone i nieustalone. Formułowanie równań bilansowych. Wpływ konfiguracji powierzchni na profile temperatur w ośrodku stałym. Wpływ źródła na profile temperatur. Liczby kryterialne w procesie przewodzenia ciepła. Modele elektryczne. Przenoszenie ciepła przez konwekcję. Pojęcie współczynnika wnikania ciepła. Konwekcja naturalna oraz wymuszona. Liczby kryterialne. Podstawowe więzi pomiędzy liczbami kryterialnymi. Modyfikacja liczb. Siła napędowa procesu konwekcji naturalnej i wymuszonej. Formułowanie liczby Grashofa. Średnia temperatura oraz średni strumień ciepła. Warstwa graniczna. Rodzaje przepływów płynów. Profile prędkości i temperatury. Wpływ parametrów fizykochemicznych na profile. Przepływ uwarstwiony. Podstawowa forma równania bilansu ciepła. Przebieg przepływu uwarstwionego w przepływie burzliwym. Przepływ burzliwy płynów. Podstawowe uśrednione charakterystyki. Warstwa i podwarstwa burzliwa. Profile temperatur. Elementarne równania dla różnych wariantów konfiguracji powierzchni wymiany ciepła. Wiąz pomierz przewodzeniem i konwekcyjną wymianą ciepła. Problemy kompleksowe oraz więzi z gospodarką cieplną. Konwekcja naturalna. Siła napędowa. Formułowanie równania kryterialnego. Liczby kryterialne. Porównanie intensywności wymiany ciepła przez przewodzenie i konwekcję. Ruch ciepła przez promieniowanie. Bilans energetyczny. Gęstość energii cieplnej i intensywność promieniowania. Wymiana ciepła pomiędzy ciałami przez promieniowanie. Strumień energii wymienionej pomiędzy ciałami. Prawa promieniowania cieplnego. Prawo Stefana-Boltzmana i prawo Kirchhoffa. Stała promieniowania. Emisja – absorpcja energii promieniowania. Temperatury charakterystyczne. Promieniowanie ciała szarego. Złożony proces wymiany ciepła. Zastępcze procesy: konwekcja przez promieniowanie oraz zamiana odwrótne. Wymiana ciepła przez promieniowanie pomiędzy ciałami o różnej konfiguracji geometrycznej. Promieniowanie słoneczne oraz płomienia. Kondensacja. Podstawy procesu. Wielkości charakterystyczne. Formułowanie równania kryterialnego. Kryterialne liczby bezwymiarowe. Postacie równania kryterialnego. Wpływ czynników obcych na proces kondensacji. Proces kondensacji dla różnych konfiguracji geometrycznych. Wrzenie. Krzywa charakterystyczna dla procesu wrzenia. Wrzenie pęcherzykowe. Dynamika ruchu pęcherzyka. Równania kryterialne. Wrzenie błonowe. Formułowanie równania dla wrzenia błonowego. Przypadki warunków brzegowych. Liczby kryterialne. Równania kryterialne dla różnych wariantów konfiguracji powierzchni. Wymienniki ciepła. Znaczenie procesowe. Typy wymienników ciepła. Temperaturowa siła napędowa. Przeciuprąd i współprąd. Średnia siła napędowa logarytmiczna i arytmetyczna. Współczynnik przenikania ciepła. Powierzchnia wymiany ciepła. Całkowita powierzchnia wymiany ciepła dla grzania parą przegrzaną ze schłodzeniem kondensatu. Współczynnik efektywności termicznej wymiennika ciepła. Regeneratory i rekuperatory. Chłodzenie i ogrzewanie zbiorników. Obliczanie izolacji cieplnej. Rodzaje izolacji cieplnej dla szerokiego zakresu temperatur. Opory przepływu i moc pompowania płynów. Surowce energetyczne. Podział paliw i charakterystyka poszczególnych postaci paliw naturalnych. Węgiel jako podstawowe paliwo stałe. Skład węgla jakościowy i ilościowy. Paliwa ciekłe. Właściwości olejów opałowych wg. norm PN i DIN. Podstawowe parametry paliw ciekłych. Porównanie emisji zanieczyszczeń ze spalania poszczególnych grup paliw. Paliwa gazowe. Zasoby gazu na świecie w Europie i w Polsce. Krajowy system gazowniczy, struktura sieci, rodzaje rurociągów. Kierunki użytkowania gazu w Polsce – odbiorcy komunalni i przemysłowi. Krajowe źródła gazu, eksploatazione i perspektywy. Import gazu, kierunki importu i niezależność energetyczna Polski. Wykorzystanie gazu do produkcji ciepła. Zastosowanie gazu w systemach skojarzonych. Procesy spalania paliw. Definicje ciepła spalania i wartości opałowej. Teoretyczne i rzeczywiste zapotrzebowanie na powietrze do spalania paliw, definicja, obliczenia. Skład oraz jednostkowa objętość spalanych suchych i mokrych przy spalaniu poszczególnych rodzajów paliw. Liczba Wobbe'go i jej znaczenie przy spalaniu gazu. Paleniska i palniki. Podział i budowa palenisk. Wskaźniki charakteryzujące paleniska. Paleniska warstwowe-rusztowe. Paleniska komorowe - pyłowe, olejowe, gazowe i fluidalne. Zalety i wady palenisk fluidalnych. Paleniska na paliwa ciekłe i gazowe. Palniki gazowe, konstrukcje, wymagania. Sposoby obniżenia emisji NO_x w nowoczesnych palnikach gazowych. Palniki olejowe - rodzaje, zasady działania. Typy konstrukcyjne kotłów grzewczych. Kotły żelazne - nowoczesne kotły gazowe, przepływy spalin i wymiana ciepła. Kotły stalowe. Kotły płomieniówkowe. Nowoczesne rozwiązania gazowych kotłów płomieniówkowych. Kotły płomienicowo-płomieniówkowe. Kotły wodnorurkowe. Sprawność kotłów. Kotły kondensacyjne. Bilans cieplny i sprawność cieplna kotłów klasycznych i kondensacyjnych. Wpływ poszczególnych strat na sprawność. Charakterystyki sprawności kotłów w zależności od obciążenia. Wyznaczenie zużycia paliwa w kotle. Zapotrzebowanie na ciepło pomieszczeń, temperatura ogrzewanych pomieszczeń, obowiązujące normy. Współczynnik przenikania ciepła dla przegród budowlanych. Opory cieplne przegród. Obliczanie zapotrzebowania na ciepło, którego wymagają pomieszczenia budownictwa powszechnego o kubaturze do 600 m³. Audyt termomodernizacyjny. Dobór wielkości i rodzaju kotłów. Bilans mocy cieplnej. Zapotrzebowanie na moc cieplną kotła. Uporządkowany wykres zapotrzebowania na moc cieplną. Wpływ stopnia wykorzystania kotła na koszty ogrzewania. Przebieg zmian kosztów ogrzewania. Koszt jednostkowy. Sieci ciepłownicze. Nośniki ciepła. Ukształtowanie sieci ciepłowniczych. Sieci pączyca, promieniowa, pierścieniowa - wady i zalety eksploatacyjne. Rodzaje i systemy prowadzenia sieci ciepłowniczych. Wodne sieci ciepłownicze. Systemy dwu i trójprzewodowe. Sieci parowe. Sieci nisko i wysokopięne-parametry pary, wady i zalety. Sposoby prowadzenia sieci ciepłowniczych parowych-problem skroplin. Klasyfikacja sposobów układania sieci. Systemy podziemne skojarzone. Sieci nadziemne-dostosowanie do otoczenia. Zasady wyboru tras sieci ciepłowniczych. Podstawy obliczeń hydraulicznych sieci-wyznaczenie średnicy i straty ciśnienia dla sieci wodnych i parowych. Izolacja cieplna sieci ciepłowniczych. Obliczenia grubości izolacji cieplnej. Kalkulacja kosztów, optymalny koszt izolacji. Materiały izolacyjne i ich własności. Sieci ciepłownicze preizolowane prefabrykowane (SCPP). Kompensacja wydłużeń cieplnych przewodów. Skojarzone systemy wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej. Obieg pracy w turbinie parowej, wykres T-S. Wykorzystanie pary wrotowej do celów grzewczych. Schematy ciepłowni, elektrowni i elektrociepłowni. Sprawność elektrociepłowni. Rodzaje elektrociepłowni. Oddziaływanie systemów grzewczych na środowisko. Parametry decydujące o rodzaju i ilości zanieczyszczeń powstających podczas spalania poszczególnych paliw.

9. Program zajęć praktycznych

Ćwiczenia: Zasady wymiany ciepła. Prawo Fouriera sformułowane dla przewodzenia ciepła. Przewodność cieplna. Ustalony ruch ciepła przez przewodzenie w ścianie jednowarstwowej lub wielowarstwowej płaskiej i rurowej. Ustalone przewodzenie ciepła przy istnieniu źródeł wewnętrznych. Profile temperatur. Przewodzenie ciepła w warunkach ustalonych i nieustalonych. Dwuwymiarowe bezźródłowe ustalone pole temperatury. Numeryczne metody rozwiązywania zagadnień przewodzenia ciepła. Ruch ciepła przez konwekcję. Wnikanie ciepła. Konwekcja wymuszona. Konwekcja swobodna. Przenikanie ciepła. Napędowa różnica temperatur. Obliczenie grubości izolacji cieplnej. Procesy cieplne w filmie cieplej spływającej. Wymiana ciepła przy opływie ciał. Wymiana ciepła dla ciał wirujących. Wymiana energii promienistej pomiędzy dwoma ciałami o dowolnej konfiguracji. Kondensacja. Wrzenie. Podstawy obliczania wymienników ciepła. Powierzchnia wymiany ciepła. Ocena efektywności wymienników ciepła. Obliczenia projektowe przepływowych wymienników ciepła. Bilanse cieplne wyparki i suszarki. Ogrzewanie i chłodzenie zbiorników. Rurki Fielda.

Laboratorium: Wprowadzenie do obsługi pakietów inżynierskich Matlab, Mathcad i Mathematica. Obliczenie temperatury ścianki rury przy przenikaniu ciepła (przypadek wrzenia i kondensacji). Obliczenie temperatury ścianki rury przy przenikaniu ciepła (współczynniki zależne od temperatury). Dynamika nagrzania/chłodzenia bryłki metalu (zagadnienia początkowe i brzegowe). Wymiana ciepła w przepływie krzywoliniowym. Wymiana ciepła w przepływie tłokowym i przepływie z dyspersją wzdłużną. Zagadnienia dotyczące nieustalonego ruchu ciepła. Wnikanie ciepła w ruchu ustalonym w wymienniku ciepła typu rura w rurze. Analiza przestrzennych profili temperatur wymiennika ciepła typu rura w rurze. Bilans energetyczny kotła parowego. Wnikanie ciepła przy mieszanii (mieszalnik obrotowy, wibracyjny, obrotowo-wibracyjny). Chłodzenie cieczy w mieszalniku z wężownicą przy zmiennej temperaturze czynnika chłodzącego. Ogrzewanie cieczy w mieszalniku z zastosowaniem zewnętrznego wymiennika ciepła. Analiza dysypacji energii mechanicznej z mieszadłem o dużych napięciach ścinających. Wpływ wkładki na wymię ciepła w rurach wymienniku ciepła. Wymiana ciepła w mieszalniku wibracyjnym, obrotowym i obrotowo-wibracyjnym. Analiza pola temperatur w mieszalniku z układem wzajemnie penetrujących się mieszadeł wstęgowych. Oddziaływanie cieplne pola elektromagnetycznego na płyny.

Projekt: Projektowanie wymiennika ciepła płaszczowo-rurowego. Dobór materiału, obliczenia przepływu mediów, obliczenia cieplne, dobór pęków rur i pozostałych elementów wymiennika z normy. Wykonanie rysunku złożeniowego wymiennika.

10. Literatura

1. Wiśniewski S., Wiśniewski T.S.: Wymiana ciepła. WNT, Warszawa 1997.
2. Mizielińska K., Rubik M.: Ciepłownictwo poradnik, WT, Warszawa 1997.
3. Kamler W.: Ciepłownictwo, PWN, Warszawa 1976.
4. Piwiński K., Krawczyk D., Tumel W. Ogrzewnictwo, Wydawnictwo PB, Białostok 1999.
5. Rokicki H.: Urządzenia kotłowe, przykłady obliczeniowe, Wydawnictwo PG, Gdańsk 1996.
6. Kmiec A.: Procesy cieplne i aparaty, Wydawnictwo, PW, Wrocław, 2005.
7. Strumiło Cz.: Ruch ciepła – podstawy teoretyczne, Wydawnictwo PŁ, Łódź, 1980.
8. Kembłowski Z. (red.): Podstawy teoretyczne inżynierii chemicznej i procesowej, WNT, Warszawa, 1985.
9. Kudra T. (red.): Zbiór zadań z podstaw teoretycznych inżynierii chemicznej i procesowej, WNT, Warszawa, 1985.
10. Hobler T.: Ruch ciepła i wymienniki, WNT, Warszawa, 1979.
11. Kawala Z. (red.): Zbiór zadań z podstawowych procesów inżynierii chemicznej. Część II: Przenoszenie ciepła, Wydawnictwo PW, Wrocław 1979.
12. Zarzycki R.: Wymiana ciepła i ruch masy w inżynierii środowiska, Warszawa, 2005.
13. Furmański P., Domański R.: Wymiana ciepła. Przykłady obliczeń i zadania, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2004.
14. Wiśniewski S., Wiśniewski T.S.: Wymiana ciepła, WNT, Warszawa, 2000.
15. Szarowski A., Łatkowski L.: Ciepłownictwo, WNT, Warszawa, 2006.
16. Kostowski E.: Przepływ ciepła, Warszawa, 2006.
17. Staniszewski B.: Wymiana ciepła. Podstawy teoretyczne, PWN, Warszawa, 1979.
18. Pantarka S.V.: Numerical heat transfer and fluid flow, Hemisphere, New York, 1980.
19. Webb R.L., Kim N.H.: Principles of enhanced heat transfer, New York, 2005.