POLITECHNIKA WARSZAWSKA

WYDZIAŁ INŻYNIERII CHEMICZNEJ I PROCESOWEJ

STUDIA PODYPLOMOWE W ZAKRESIE

INŻYNEIRII CHEMICZNEJ I PROCESOWEJ

*Program studiów*

#### Program studiów podyplomowych „Inżynieria chemiczna i procesowa”

**1.2. Podstawy termodynamiki i kinetyki procesowej 30W+8P**

Podstawowe funkcje termodynamiczne i ich wykorzystanie do projektowania procesów; termodynamiczne właściwości płynów; własności transportowe płynów; równowagi fazowe: ciecz-para, ciecz-gaz, ciecz-ciecz, płyn-ciało stałe; równowaga chemiczna.

Podstawowe zagadnienia przepływu płynów; warstwa przyścienna; przepływ w układach rozproszonych; wybrane zagadnienia przenoszenia energii; podstawowe pojęcia i równania przenoszenia masy; modele wnikania masy; analogia procesów przenoszenia pędu, energii i masy.

**3. Podstawy inżynierii procesowej – procesy podstawowe 30W+8P**

Zasady bilansowania; metody kontaktu faz; procesy rozdzielania; procesy wymiany masy połączone z przemianą fazową.

**4. Inżynieria reaktorów chemicznych 30W+8P**

Reaktory idealne (okresowe, półokresowe, przepływowe) – izotermiczne i adiabatyczne; reaktory nieidealne - modele: dyspersyjny i kaskadowy; makro i mikromieszanie; reaktory wielofazowe: gaz-ciecz, ciecz-ciecz, płyn-ciało stale; mikroreaktory.

**5. Podstawy optymalizacji procesowej 20W+4P**

Obliczenia optymalizacyjne prowadzone są dla procesów wymiany ciepła i masy oraz procesów reaktorowych.

Rozwiązywane są problemy optymalizacyjne prowadzące do rozwiązań analitycznych jak i wymagające wykorzystania techniki komputerowej.

Omawiane są następujące metody optymalizacyjne: zaawansowany rachunek różniczkowy, metoda mnożników Lagrange’a, warunki Kuhna-Tuckera, programowanie dynamiczne, rachunek wariacyjny i trzy logarytmy zasady maksimum: ciągły algorytm Pontriagina, dyskretny algorytm Katza i Fana oraz dyskretny algorytm ze stałym Hamiltonianem.

**6. Podstawy automatyki 15W**

Pojęcia podstawowe (obiekt dynamiczny, sygnały sterujące i zakłócające, charakterystyki statyczne i dynamiczne, sprzężenie zwrotne, struktura układów regulacji i rodzaje regulacji). Teoria pomiarów i miernictwo. Budowa i zasada działania czujników pomiarowych parametrów procesowych. Zasada działania regulatorów (z ciągłym i nieciągłym sygnałem wyjściowym) oraz prawa regulacji.

**7. Dynamika procesowa 15W**

Pojęcia podstawowe (wymuszenie i odpowiedź obiektu, modele matematyczne: statyczne i dynamiczne, liniowość i rzędowość obiektów dynamicznych), opis własności dynamicznych w przestrzeni czasu. Identyfikacja doświadczalna własności dynamicznych obiektów. Całka splotu, przekształcenie Laplace’a i transmitancja operatorowa. Zastosowanie koncepcji elementarnych członów podstawowych do opisy dynamiki złożonych. Własności dynamiczne regulatorów z ciągłym sygnałem wyjściowym (symulacje MATLAB), dynamika układów regulacji automatycznej. Wpływ nastaw regulatorów na przebiegi przejściowe regulacji (symulacje MATLAB).

**8. Podstawy bilansowania populacji 6W + 4P**

Ogólne zasady bilansowania populacji w przestrzeni fizycznej oraz postać makroskopowa bilansu. Zastosowanie bilansu populacji do procesów krystalizacji, agregacji, tworzenia emulsji i opisu zachowania mikroorganizmów w bioreaktorach.

**9. Intensyfikacja procesów i inżynieria produktu 15W**

Nowoczesne spojrzenie na procesy i operacje jednostkowe. Wykorzystanie znajomości opisu procesów i operacji jednostkowych oraz metod bilansowania populacji w inżynierii produktu. Zasady intensyfikacji procesów i studia przypadków. Wykorzystanie znajomości metod modelowania procesów i operacji jednostkowych do intensyfikacji procesów, czyli do projektowania wybranych procesów w formie zintensyfikowanej.

**10. Podstawy projektowania komputerowego 30P**

Symulacja komputerowa instalacji z typowymi dla przemysłu chemicznego aparatami: kolumny destylacyjne, separatory ciała stałego, wymienniki ciepła, reaktory itp. Do obliczeń stosowany jest symulator procesowy Chemcad III firmy Chemistation Inc. Określenia pola przepływu, spadku ciśnienia, pola temperatur, strumieni cieplnych i strumieni reagentów w typowych aparatach chemicznych z wykorzystaniem komputerowej mechaniki płynów (CFD). Metoda CFD pozwala na numeryczna symulację procesów poprzez rozwiązanie równań bilansu pędu, masy i energii. Praca komputerowa z wykorzystaniem programu Flowizual firmy ANSYS.

**11. Laboratorium 6**

Badania kinetyki reakcji w reaktorze kalorymetrycznym RC1.

**W – wykład; P – projekt**

**Łączna ilość godzin – 229.**

Zajęcia wykładowe mają charakter warsztatów, na których podstawy teoretyczne są podawane przez wykładowcę, dyskutowane i ilustrowane przykładami praktycznych zastosowań, w dialogu ze studentami. Nabyte umiejętności będą ocenione na egzaminie pisemnym, gdzie uczestnicy kursu dostaną kilka problemów możliwych do szybkiego rozwiązania.

Nabyte umiejętności powinny przede wszystkim pozwolić uczestnikom kursu na samodzielne rozwiązywanie bardziej złożonych problemów projektowych. Służą temu zajęcia praktyczno-projektowe. W ramach tych zajęć uczestnicy dostaną do samodzielnego rozwiązania (na ogół do domu) odpowiednie zadania, których wykonanie zostanie ocenione i przedyskutowane z prowadzącym.