

AGH

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY**

INŻYNIERIA CHEMICZNA

TRANSPORT MASY I CIEPŁA

WYKŁADY

Wykłady, Seminarium

Prowadzący:

dr hab. inż. Agnieszka Gubernat, prof. AGH

tel. (0 12) 617 36 96;

gubernat@agh.edu.pl

PLAN WYKŁADÓW

1. Wprowadzenie, podstawowe zasady, podstawowe zasady technologii chemicznej, schemat procesowy
2. Termodynamika procesów, energia, ciepło
3. Źródła energii, spalanie i właściwości paliw, niekonwencjonalne źródła energii
4. Temperatura, zerowa i trzecia zasada termodynamiki, entropia, termodynamiczna definicja temperatury,
5. Termometria, pomiary temperatury
6. Suszenie i suszarnie
7. Przepływ ciepła, mechanizmy wymiany ciepła, stałe materiałowe
8. Płyny, statyka, dynamika, równanie ciągłości strugi, prawo Bernoulliego
9. Opory przepływu, filtracja, opadanie cząstek w płynach, sedymentacja,
10. Pomiary prędkości i natężenia przepływu,
11. Homogenizacja zawiesin, ocena jednorodności,
12. Segregacja hydrauliczna, odpylanie i oczyszczanie gazów.
13. Reologia, modele reologiczne, zawiesiny i pasty,
14. Rozdrabnianie ciał stałych, klasyfikacja ziarnowa, metodyka pomiaru rozkładu i wielkości ziaren,

MATERIAŁY DO ZAJĘĆ

adres strony internetowej

Katedry Ceramiki i Materiałów Ogniotrwałych

<http://kcimo.pl/pl/start>

w zakładce Dydaktyka:

po wybraniu nazwy przedmiotu

lub po wybraniu nazwiska prowadzącego

EGZAMIN

1. Jest pisemny,
2. Składa się z 10 pytań – dwóch zadań i 8 pytań otwartych,
3. Trwa godzinę,
4. Istnieje możliwość egzaminu „0” lub zwolnienia z egzaminu (?)

Technologia chemiczna - nauka interdyscyplinarna

Inżyniera Chemiczna - *dział technologii chemicznej* realizujący zadania technologiczne poprzez analizę procesów jednostkowych prowadzących do określenia wymagań dotyczących materiałów konstrukcyjnych i rozwiązań aparaturowych wynikających z chemicznego i fizycznego charakteru procesu technologicznego.

Zadanie:

Doprowadzić do wytworzenia produktu w warunkach jak najbardziej korzystnych.

Droga:

1. Poznanie podstawowych praw jakim podlegają procesy chemiczne,
2. Opanowanie umiejętności obliczania parametrów procesów technologicznych.



CO TO JEST INŻYNIERIA CHEMICZNA ?

AGH Inżynieria chemiczna zwana bardziej poprawnie inżynierią procesową to nauka inżynieryjna zajmująca się projektowaniem operacji i procesów związanych z przepływem płynów, przemian cieplnych i chemicznych prowadzonych w skali przemysłowej.

Produkcja przemysłu chemicznego (ceramicznego) jest powiązana zarówno z prowadzeniem reakcji chemicznych, jak również operacji fizycznych i fizykochemicznych (jednostkowych), które umożliwiają odpowiednie przygotowanie substratów i właściwe potraktowanie produktów reakcji chemicznych.

Zasady inżynierii procesowej mają zwykle charakter praktyczny "praw inżynieryjnych", umożliwiających poprawne projektowanie instalacji chemicznych. Zasady wypracowane dla inżynierii chemicznej są często stosowane przy budowie urządzeń nie-chemicznych, takich jak np: instalacje do produkcji i przesyłania energii termicznej w elektrociepłowniach. Stąd częściej mówi się o inżynierii procesowej niż tylko chemicznej.

1. Inżynieria reakcji - reaktory,
2. Inżynieria operacji - procesy jednostkowe,

PROCES CHEMICZNY - dowolna przemiana, w której zmienia się stan termodynamiczny układu. Mogą uczestniczyć w nim zarówno reakcje chemiczne jak i procesy fizyczne,

REAKCJA CHEMICZNA - szczególny typ procesu, w którym dochodzi do zmiany rodzaju cząsteczek biorących w niej udział,

Reakcje chemiczne proste - jedna reakcja chemiczna,

Reakcje chemiczne złożone - zespół reakcji chemicznych i procesów fizycznych,

Inżynieria reakcji chemicznych obejmuje badania i projektowanie procesów z udziałem reakcji chemicznej oraz badania i projektowania aparatów (reaktorów chemicznych), w których te procesy przebiegają.

Do operacji jednostkowych inżynierii chemicznej zaliczamy zjawiska o charakterze fizycznym lub fizykochemicznym, w których nie występuje reakcja chemiczna. Proces jednostkowy, zwany też operacją jednostkową lub po prostu procesem jest pojedynczym aktem przemiany lub przepływu materii w aparaturze.

Inżynieria chemiczna to nauka doświadczalna, korzystająca z opracowań teoretycznych.

Inżynieria chemiczna

Dowolny proces chemiczny można rozbić na etapy określone jako **procesy podstawowe** lub **procesy jednostkowe**.

Realizacja procesów jednostkowych zachodzi w **operacjach jednostkowych** prowadzonych przy użyciu właściwych aparatów i urządzeń.

Operacje jednostkowe można podzielić następująco:

❖ **OPERACJE DYNAMICZNE**

(przepływ płynów, opadanie cząstek ciał stałych w płynach, filtracja, mieszanie)

❖ **OPERACJE CIEPLNE**

(ruch ciepła przez przewodzenie, promieniowanie, wnikanie czy przenikanie)

❖ **OPERACJE DYFUZYJNE**

(destylacja, absorpcja, krystalizacja, suszenie)

W teorii i technice **operacji jednostkowych** wykorzystuje się cztery zasady:

1. bilans materiałowy,
2. bilans energetyczny,
3. równowaga (mechaniczna, termiczna, fizykochemiczna) charakteryzuje się stałością własności całego układu w dowolnie długim czasie.
4. kinetyka przebiegu danej operacji w układzie określa szybkość, z jaką układ zdąża do stanu równowagi.

ZASADY TECHNOLOGICZNE

Zagadnienia najlepszego wykorzystania surowców

Zasada zachowania masy - bilans materiałowy

Zasada maksymalnego wykorzystania produktów ubocznych

Zasada regeneracji i odzysku materiałów

Zagadnienia najlepszego wykorzystania energii

Zasada zachowania energii - bilans energetyczny

Zasada odzyskiwania energii

Zasada przeciwprądu cieplnego

Zagadnienia najlepszego wykorzystania aparatury

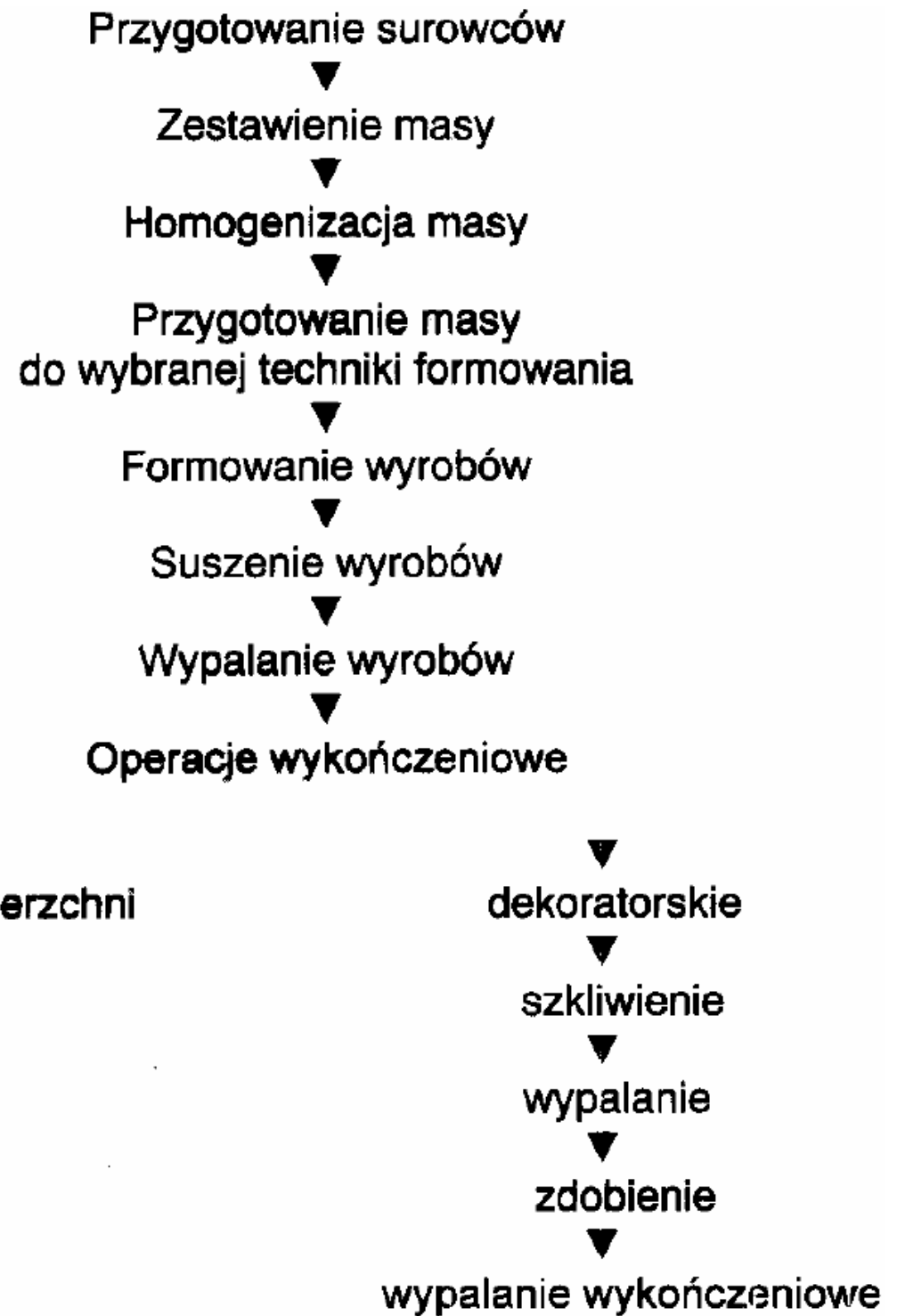
Zasada maksymalnego oddalenia od stanu równowagi

Zasada największego rozwinięcia powierzchni kontaktu faz

Zasada ciągłości pracy urządzeń

Zagadnienia umiaru technologicznego

SCHEMAT PRODUKCJI TYPOWEJ TECHNOLOGII CERAMICZNEJ



SIŁA NAPĘDOWA

Wszystkie procesy będą pod wpływem sił. Rozkład w przestrzeni dowolnego parametru generującego siły napędowe możemy przedstawić w postaci linii lub powierzchni ekwipotencjalnych.

Równanie powierzchni ekwipotencjalnych ma postać:

$$\Gamma(x, y, z) = C$$

Pomiędzy powierzchniami występują zmiany parametru Γ , generujące siły napędowe dążące do likwidacji tych różnic.

Wartość zmian parametru Γ w dowolnym punkcie powierzchni w kierunku normalnej n nosi nazwę gradientu pola.

$$\text{grad}\Gamma = \lim_{\Delta n \rightarrow 0} \left[\frac{\Delta\Gamma}{\Delta n} \right] = \frac{\partial\Gamma}{\partial n}$$

Gradient jest wektorem można go rozłożyć w układzie kartezjańskim.

SIŁA NAPĘDOWA

$$\mathit{grad}\Gamma = \frac{\partial\Gamma}{\partial x}i + \frac{\partial\Gamma}{\partial y}j + \frac{\partial\Gamma}{\partial z}k$$

$$\frac{\partial}{\partial x}i + \frac{\partial}{\partial y}j + \frac{\partial}{\partial z}k = \nabla \text{ to } \mathit{grad}\Gamma = \nabla\Gamma$$

Siły gradientowe dążąc do wyrównania różnic parametru napotykają na opór. **Natężenie** z jakim wyrównanie następuje jest równe iloczynowi współczynnika transportu, powierzchni przekroju i siły napędowej.

Strumień jest natomiast równy natężeniu podzielonemu przez powierzchnię przekroju.

$$I = K\Delta$$

gdzie:

K - współczynnik transportu = 1/R

R - opór

I - strumień

Δ - siła

SIŁA NAPĘDOWA

Zatem:

$$I = \frac{\Delta}{R}$$

Równanie to przedstawia prawo Ohma.

Jest to prawo uniwersalne, które stwierdza, że natężenie (strumień) dowolnego procesu biegnącego w przyrodzie jest wprost proporcjonalne do siły go wywołującej a odwrotnie proporcjonalne do oporu, na jaki natrafia przebieg tego procesu.

SIŁA NAPĘDOWA - np. PRZEWODZENIE CIEPŁA

Strumień

$$\dot{Q} = \frac{\Delta T \cdot A}{\frac{\sigma}{\lambda}} \Rightarrow \frac{\Delta T \cdot A}{R}$$

Siła napędowa

Opór

ZATEM...DO PRACY 😊

