



**POLITECHNIKA WARSZAWSKA**

**Wydział Chemiczny**

**LABORATORIUM PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH**

# **PROJEKTOWANIE PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH**

Ludwik Synoradzki, Jerzy Wisiański

## **INNE ELEMENTY PP BRANŻE PROJEKTOWE**

Jerzy Wisiański

Wykład: listopad 2016

# POMIARY I AUTOMATYKA

Proces technologiczny charakteryzowany przez pewną liczbę wielkości fizykochemicznych decydujących o jakościowym i ilościowym wyniku końcowym.

Funkcje:

- Pomiar parametru (miejscowy, zdalny),
- Regulacja (utrzymywanie na poziomie optymalnym)
- Wizualizacja, monitorowanie procesu
- Alarmowanie o nieprawidłowościach
- Rejestracja, raportowanie (np. *batch report*)

# RODZAJE REGULACJI

Ręczne sterowanie procesem (np. ręczne ustawianie położenia zaworu doprowadzającego parę do płaszcza reaktora – b. kłopotliwe)

Sterowanie manualne zdalne – położenie zaworu ustawiane przez siłownik sterowany zdalnym sygnałem przez operatora (np. pokrętło)

Układ automatycznej regulacji – samoczynne utrzymywanie wielkości zadanej przez operatora (pętla regulacji)

# TECHNOLOG - AUTOMATYK

- **OBIEKT REGULACJI** (koncepcja prowadzenia procesu)
- **PARAMETRY PROCESOWE** (lista, zakresy, wymagania)
- **STOPIEŃ AUTOMATYZACJI**  
(sterowanie ręczne, zdalne, sekwencyjne, procesy ciągłe)
- **STEROWNIA** , lokalizacja elementów PiA
- **SCHEMAT TECHNOLOGICZNY** →
  - PUNKTY POMIARÓW I AUTOMATYKI (PiA),
  - SYMBOLE (zagregowane funkcje pomiarowo-sterujące)
  - SCHEMAT TECHNOLOGICZNO-POMIAROWY

# SKUTKI WYBORU ROZWIĄZAŃ PiA

Rozwiązania dotyczące układów PiA i stopnia automatyzacji mają wpływ na:

- **Poziom zatrudnienia** (i związane z tym koszty)
- **Nakłady inwestycyjne** (wysokie koszty budowy i wdrożenia systemu).
- **Stabilna jakość produktu** (wynikająca ze stabilności parametrów procesu)
- **Optymalne zużycie surowców** (koszty);
- **Optymalne zużycie czynników energetycznych** (koszty)
- **Możliwość dokumentowania przebiegu procesu** (*batch report*) istotne przy wymaganiach **GMP** czy też standardów **ISO 9000** (*traceability*)
- **Stopień ryzyka procesowego** (konieczność precyzyjnego zdefiniowania wymagań w trakcie projektowania)
- **Stopień pewności ruchowej** (awarie systemów sterowania)
- **Bezpieczeństwo produkcji** (alarmy wyprzedzające sytuacje niebezpieczne)

# ODPADY

## Odpady stałe i ciekłe (organiczne)

Charakterystyka, właściwości, wskaźnikowe ilości, przewidywany sposób utylizacji.

## Ścieki technologiczne

Charakterystyka (np. ChZT i BZT), wskaźnikowe ilości, proponowane metody oczyszczania.

## Zanieczyszczenia atmosfery (odgazy)

Główne emitory (źródła zanieczyszczeń), substancje emitowane, wskaźnikowe ilości, proponowane metody oczyszczania.

# KONTROLA ANALITYCZNA PROCESU

**Zestawienie analiz kontrolnych** (w odniesieniu do):

**produktu,**

**surowców,**

**analiz międzyoperacyjnych** (np. półproduktu).

Powinny być podane następujące informacje:

- miejsce poboru próbki;
- rodzaj stosowanej metody analitycznej;
- dopuszczalny wynik (zawartość, wielkość fiz.-chem.) z odchyleniami;
- orientacyjny czas trwania analizy (pracochłonność);
- wymagana częstość analiz (np. co każdą szarżę).

Szczególnie istotne są analizy produktu końcowego - wiąże się to z **wymaganiami technicznymi** określonymi przez **normy** czy odbiorcę .

KA obejmuje również pomiary właściwości fizykochem. (np. t.t. , gęstość, pH)

## **Przepisy metod analitycznych.**

W przypadku analiz typowych wystarczy zamieszczenie kopii odpowiednich norm czy wyciągów literaturowych.

Często przepisy metod analitycznych podaje się w formie odrębnego załącznika.

# KOROZJA I DOBÓR MATERIAŁÓW

**Laboratorium** – aparatura szklana **Skala przemysłowa** → Dobór tworzyw konstrukcyjnych

**Kryteria doboru** materiałów konstrukcyjnych: **odporność na media procesowe**; **właściwości mechaniczne** (wytrzymałość, możliwość obróbki); **właściwości termiczne** (odporność na temperaturę szoki termiczne, przewodnictwo cieplne); **koszty**.

**TWORZYWA METALICZNE:** bardzo korzystne właściwości mechaniczne i termiczne.

Odporność chemiczna ograniczona, szczególnie **STAL** zwykła

- **Rodzaje stali:** stale węglowe, o właściwościach decyduje zawartość węgla. Szczególny przypadek: żeliwo – duża zawartość węgla, trudne do obróbki mechanicznej, stosowany głównie w formie odlewów.
- Stopy żelaza z chromem, niklem, molibdenem i tytanem, znane pod nazwą **stali kwasoodpornych**. Szereg gatunków tych stali o różnej odporności korozyjnej.
- Odporne na większość kwasów nieorganicznych (z wyj. solnego) i organicznych.
- Stopy niklu, chromu i molibdenu, znane pod nazwą handlową **Hastelloy**, wykazują dostateczną odporność również na działanie kwasu solnego.
- **Inne tworzywa metaliczne** stosowane do budowy aparatury chemicznej to: aluminium, brąz, mosiądz, tytan, ołów, tantal.



# KOROZJA I DOBÓR MATERIAŁÓW

**Szybkość korozji** - szybkość ubytku materiału w [mm/rok, g/m<sup>2</sup> dobę]

Przykładowa klasyfikacja odporności korozyjnej materiałów:

- całkowicie odporny do 0,001 mm/rok,
- całkowicie nieodporny powyżej 1 mm/rok.

Wpływ **stężenia substancji**, np. kwas siarkowy, solny

Silna zależności szybkości korozji od **temperatury**.

# KOROZJA I DOBÓR MATERIAŁÓW

**TWORZYWA NIEMETALICZNE** nieorganiczne i organiczne wykazują inny charakter korozji niż metale.

Odporność chemiczna często bardzo dobra. Wytrzymałość mechaniczna, przewodnictwo cieplne, dopuszczalna temperatura stosowania – bardzo niskie.

Dlatego stosuje się wewnętrzne **wykładanie** czy **powlekanie** aparatury stalowej tworzywami niemetalicznymi.

Popularny przykład - **aparatura emaliowana** stosowana często w przemyśle. **Inne:** kwarc, szkło i porcelana, kamionka, impregnowany grafit (karit), wykładziny ceramiczne w formie płytek.

**Teflon** (PTFE) – doskonała odporność na niemal wszystkie chemikalia (przy dość wysokiej temperaturze), lecz słabe właściwości mechaniczne.

# KOROZJA I DOBÓR MATERIAŁÓW

Właściwy dobór materiałów konstrukcyjnych jest bardzo ważny,  
od tego bowiem zależy:

Niezawodność pracy instalacji technicznej

Czystość wytwarzanego produktu,

Bezpieczeństwo pracy

Ekonomika procesu.

W szczególnych przypadkach, rozwiązanie problemu tworzyw konstrukcyjnych jest równoznaczne z możliwością przemysłowej realizacji procesu technologicznego.

# ZAGADNIENIA BEZPIECZEŃSTWA



## □ Charakterystyka toksykologiczna.

- Opis szkodliwych substancji i ich działania na organizm
- Klasyfikacja toksykologiczna: toksyczność ostra (trucizny), żrące, drażniące, uczulające, mutagenne, rakotwórcze. Dopuszczalne stężenia (NDS-y)

## □ Właściwości palne i wybuchowe



**Temperatura zapłonu** Najniższa temperatura, przy której ciecz tworzy nad swoją powierzchnią mieszaninę par z powietrzem zdolną zapalić się od bodźca energetycznego (płomień, iskra). Podstawa klasyfikacji pożarowej:

**Temperatura samozapalenia** Najniższa temperatura, przy której następuje zapalenie się powierzchni bez udziału zewnętrznego płomienia lub iskry. → Powierzchnie silników, grzejników CO.

**Granice wybuchowości** (dolna i górna) - granice stężeń w których możliwy zapłon (wybuch) od czynnika zewn. **Klasa wybuchowości** (szczelina gaśn., natęż. prądu)

Inne: Elektryczność statyczna, kontakt z wodą, ciepło spalania, gęstość par



## KARTY WŁAŚCIWOŚCI NIEBEZPIECZNYCH (MSMD, SDS)



# ZAGADNIENIA BEZPIECZEŃSTWA

- ❖ Zestawienie właściwości podstawą dalszych formalnych klasyfikacji:

**Kategorie zagrożenia pożarem** → konstrukcje budynków

**Strefy zagrożenia wybuchem (normy ATEX)** → konstrukcje budynków, urządzenia elektryczne (**Ex**)

- ❖ **Zagrożenia w czasie magazynowania i transportu**



Międzynarodowe normy i symbole (piktogramy) dotyczące wymagań transportowych: ADR (transport drogowy), RID (transport kolejowy), IATA (transport lotniczy).

- ❖ **Zagrożenia w procesie technologicznym**

(w/w + inne: ciśnienie, temperatura, mechaniczne, elektr., etc.)

- ❖ **Środki bezpieczeństwa.**

# ZATRUDNIENIE

- Liczba osób bezpośredniej obsługi
- Uwzględnienie zmian i podmian.
- Pośrednio produkcyjni i nadzór

→ Ekonomia (TKW)

→ Projekt arch. + bud. - pomieszczenia socjalne

# BRANŻE PROJEKTOWE

1. TECHNOLOGICZNA
2. POMIARY I AUTOMATYKA
3. MECHANICZNA

\*\*\*\*\*

4. ARCHITEKTONICZNO – BUDOWLANA

## PODZIAŁ PROJEKTU NA OBIEKTY

Plan zagospodarowania terenu, Projekty budynków  
Obiekty usługowe (laboratorium, warsztat, magazyny, oczyszczalnia ścieków, składowisko odpadów itp.)

5. WENTYLACJA (ogólna, awaryjna), C.O , KLIMATYZACJA
6. INSTALACYJNE (gospodarka cieplna, spręż powietrze, azot, zimno, wod-kan. Instalacje wewnętrzne Sieci zewnętrzne
7. ELEKTROENERGETYCZNA
8. TELETECHNICZNA
9. SIECI TECHNOLOGICZNE ZEWNĘTRZNE (ESTAKADY)

\*\*\*\*\*

10. EKONOMICZNO - KOSZTOWA

# ZAGADNIENIA APARATUROWO-MONTAŻOWE (BRANŻA MECHANICZNA)

- Specyfikacje aparatów i urządzeń technologicznych.
- Oszacowanie armatury , materiałów i orurowania  
(w proj. technicznym – specyfikacje szczegółowe, schemat montażowy)
- Rysunki założeniowe podstawowych aparatów technologicznych.
- Koncepcja lokalizacji i przestrzennego rozmieszczenia aparatury (w proj. techn. rys. montażowe)
- Przebieg rurociągów technologicznych  
(projekt techniczny - rysunki aksonometryczne)



# CZĘŚĆ EKONOMICZNA PROJEKTU

## Business Plan, Feasibility Study

**Kosztorysy** (w każdej branży)

**Zbiorcze zestawienie kosztów** wykonania inwestycji (ZZK)

**Analiza ekonomiczna** opłacalności planowanej produkcji:  
ceny surowców, produktów,  
oszacowanie technicznego kosztu wytwarzania (TKW),  
ekonomiczne uzasadnienie celowości inwestycji.

# INSTALACJA OKSYMÓW



LPT, marzec 2003

# LITERATURA

- ❖ *Projektowanie procesów technologicznych – Od laboratorium do instalacji przemysłowej*, red. L. Synoradzki, J. Wisiański, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2006,
- ❖ *Projektowanie procesów technologicznych – Bezpieczeństwo procesów chemicznych*, red. L. Synoradzki, J. Wisiański, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2012.