



**POLITECHNIKA WARSZAWSKA**  
**Wydział Chemiczny**  
**LABORATORIUM PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH**

# **PROJEKTOWANIE PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH**

Ludwik Synoradzki, Jerzy Wisiański

## **SCHEMAT TECHNOLOGICZNY**

Jerzy Wisiański

Wykład: październik 2016

# SCHEMAT TECHNOLOGICZNY

**SCHEMAT TECHNOLOGICZNY** - przedstawia przebieg procesu produkcyjnego za pomocą umownych symboli aparatów, urządzeń i armatury oraz wzajemnych powiązań rurociągowych i funkcjonalnych (PiA, czynniki energetyczne, punkty A, itp.).

## **Podział schematu na części – kryteria:**

- węzły technologiczne,
- linie technologiczne,
- lokalizacja,
- długość schematu

# SCHEMAT TECHNOLOGICZNY

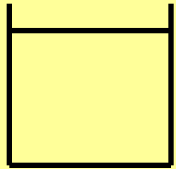
**WĘZEL TECHNOLOGICZNY** jest to zespół aparatów i urządzeń dla zrealizowania jednego lub kilku procesów i/lub operacji jednostkowych. Będzie to na przykład węzeł syntezy, destylacji czy też suszenia i magazynowania produktu.

*Poszczególne procesy i operacje jednostkowe nie ograniczają się do jednego urządzenia lecz w praktycznej realizacji rozrastają do całego węzła technologicznego.*

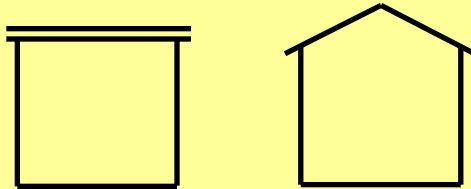
**LINIA TECHNOLOGICZNA** (zwana też nitką lub ciągiem technologicznym lub produkcyjnym) jest to zespół pojedynczych (na ogół) aparatów i urządzeń dla przeprowadzenia całego procesu technologicznego.

*Pojęcia tego używa się w przypadku występowania kilku identycznych lub podobnych, często niezależnych linii produkcyjnych. W takiej sytuacji, na ogół wystarcza narysowanie schematu dla jednego ciągu, sygnalizując jedynie istnienie równoległych.*

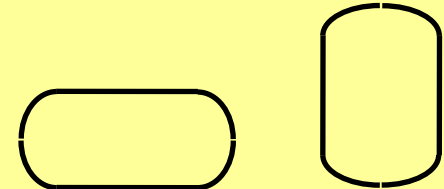
# SYMBOLE GRAFICZNE APARATÓW I URZĄDZEŃ PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO



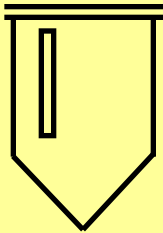
**zbiornik  
bezcisnieniowy,  
otwarty**



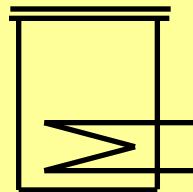
**zbiornik bezcisnieniowy,  
zamknięty**



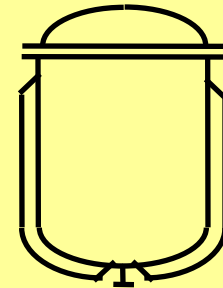
**zbiornik ciśnieniowy**



**miernik / dozownik cieczy**

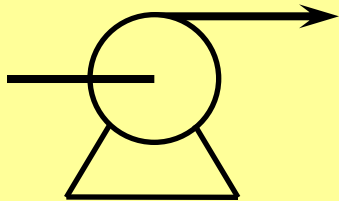


**zbiornik z elementem  
grzewczym / chłodzącym**

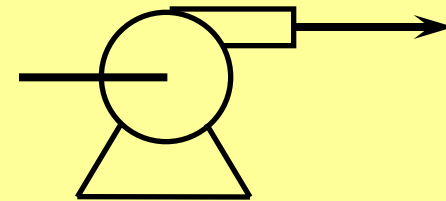


**zbiornik z płaszczem  
grzewczym / chłodzącym**

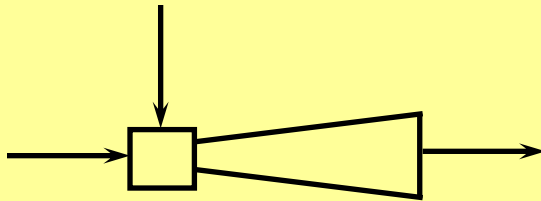
# SYMBOLE GRAFICZNE APARATÓW I URZĄDZEŃ PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO



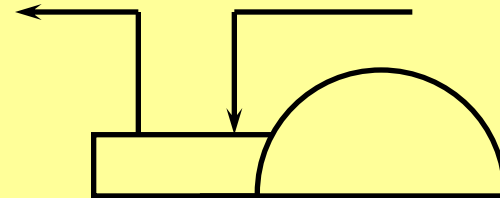
**pompa - ogólnie**



**wentylator**

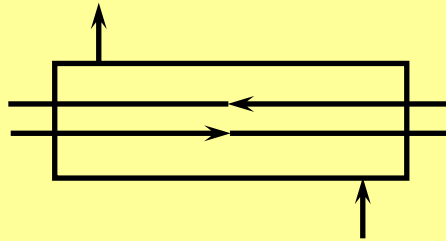


**smoczek  
(injektor, ejektor)**

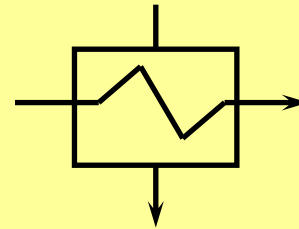


**sprężarka (tłokowa)**

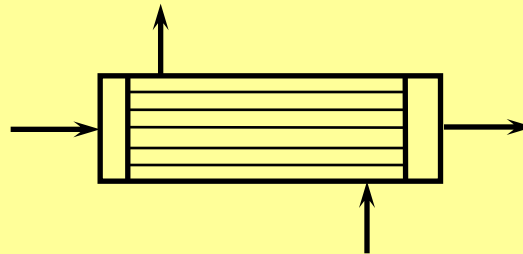
# SYMBOLE GRAFICZNE APARATÓW I URZĄDZEŃ PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO



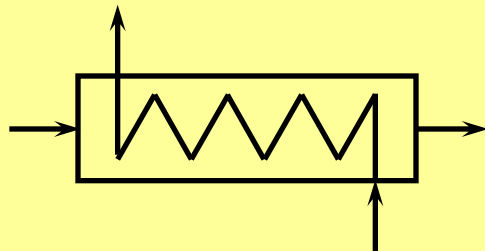
lub



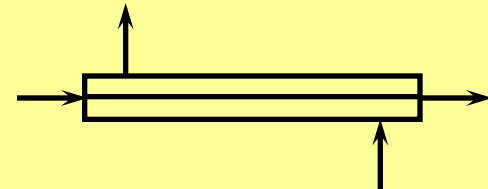
wymiennik ciepła (ogólnie)



wymiennik ciepła  
płaszczowo - rurowy

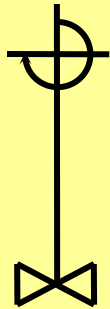


wymiennik ciepła  
węzownicowy

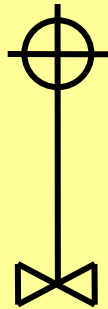


wymiennik ciepła typu „rura w rurze”

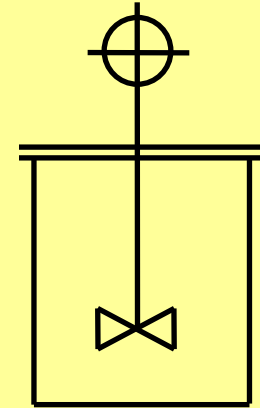
# SYMBOLE GRAFICZNE APARATÓW I URZĄDZEŃ PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO



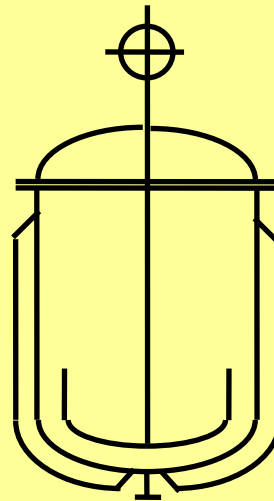
lub



mieszadło  
(ogólnie)

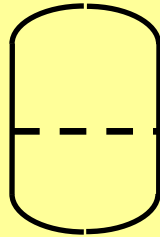


mieszalnik bezciśnieniowy  
z mieszadłem pionowym

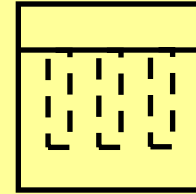


mieszalnik ciśnieniowy z mieszadłem kotwicznym  
i płaszczem grzewczo-chłodzącym

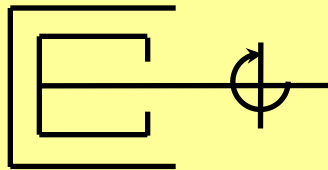
# SYMBOLE GRAFICZNE APARATÓW I URZĄDZEŃ PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO



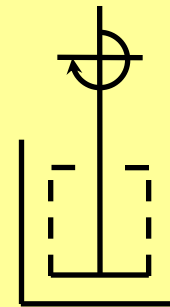
**Filtr ciśnieniowy**



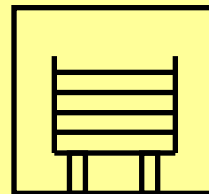
**Filtr workowy**



**Wirówka sedymentacyjna,  
pozioma**



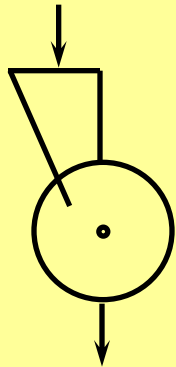
**Wirówka filtracyjna,  
pionowa**



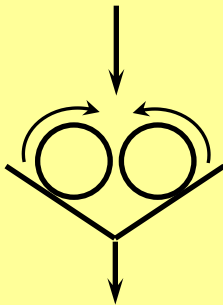
**Suszarka komorowa,  
bezcisnieniowa**



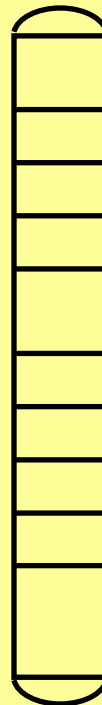
# SYMBOLE GRAFICZNE APARATÓW I URZĄDZEŃ PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO



**Młyn - ogólnie**



**Kruszarka walcowa**

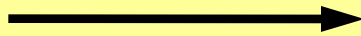


**Kolumna półkowa,  
ciśnieniowa**

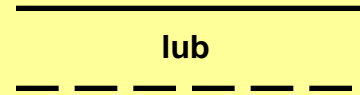


**Kolumna wypełniona,  
bezcisnieniowa**

# SYMBOLE GRAFICZNE RUROCIĄGÓW I ARMATURY



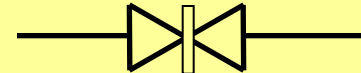
**rurociąg technologiczny,  
kierunek przepływu**



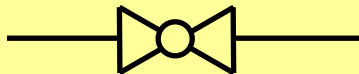
**lub**  
**rurociąg instalacyjny  
(czynniki energetyczne i pomocnicze)**



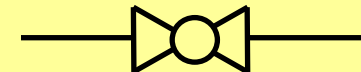
**zawór zwykły  
(ogólnie)**



**zasuwa**

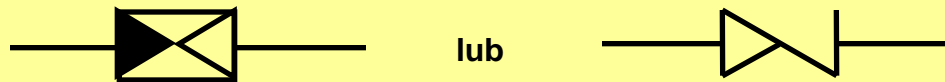


**zawór kurek**



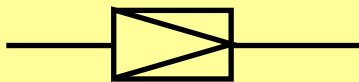
**zawór kulowy**

# SYMBOLE GRAFICZNE RUROCIĄGÓW I ARMATURY

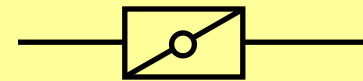


lub

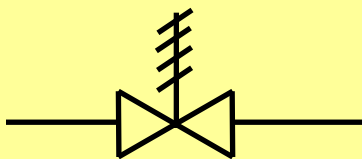
**zawór zwrotny**



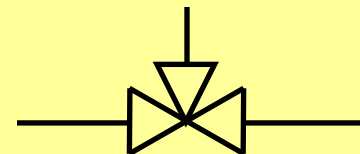
**zawór redukcyjny**



**kłapa dławiąca, przepustnica**

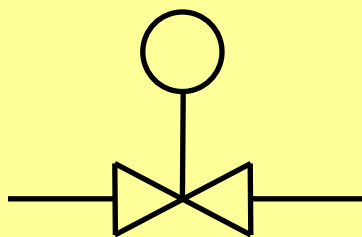


**zawór bezpieczeństwa**

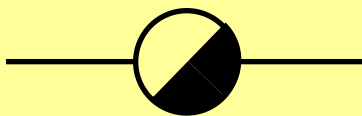


**zawór trójdrogowy**

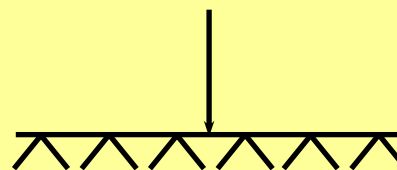
# SYMBOLE GRAFICZNE RUROCIĄGÓW I ARMATURY



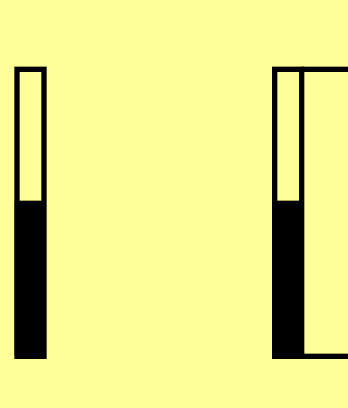
**zawór zdalnie sterowany z  
siłownikiem (ogólnie)**



**odwadniacz  
(garnek kondensacyjny)**



**urządzenie zraszające**

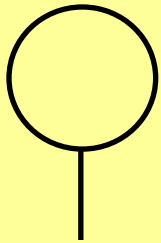


**cieczowskaz**

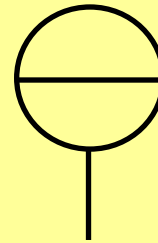
# **CO POWINIEN ZAWIERAĆ PEŁNY SCHEMAT TECHNOLOGICZNY (TECHNOLOGICZNO-POMIAROWY)**

- 1. APARATY TECHNOLOGICZNE** (narysowane symbolicznie) z rozmieszczeniem w (wyżej, niżej) oraz z zachowaniem orientacyjnej skali (duży, mały).
- 2. POŁĄCZENIA RUROCIĄGOWE POMIĘDZY APARATAMI Z ZASADNICZĄ ARMATURĄ.**
- 3. WSZYSTKIE MEDIA TECHNOLOGICZNE WCHODZĄCE I WYCHODZĄCE Z WĘZŁA** (na początku i końcu schematu) z ich oznaczeniem i adresami (skąd, dokąd).
- 4. DOPROWADZENIE (I ODPROWADZENIE) CZYNNIKÓW ENERGETYCZNYCH I POMOCNICZYCH.**
- 5. PUNKTY POMIARÓW I AUTOMATYKI (PiA) oraz główne zawory regulacyjne.**
- 6. PUNKTY POBORU PRÓBEK ANALITYCZNYCH** (analizy międzyoperacyjne).
- 7. NUMERACJĘ POSZCZEGÓLNYCH APARATÓW** (i ewentualnie ich podstawowe parametry np. w formie tabelki).
- 8. WYKAZ STOSOWANYCH SKRÓTÓW I SYMBOLI.**
- 9. TABELKĘ SCHEMATU** (nazwa instalacji i węzła, wykonawcy, data, podpisy).

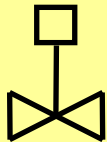
# PRZYKŁADOWE SYMBOLE UKŁADÓW PIA



**Punkt PA miejscowy**



**Punkt PA zdalny**



lub



**Zawór zdalnie sterowany z siłownikiem (ogólnie)**



**Urządzenie wykonawcze z elementem nastawczym (ogólnie)**

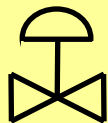
# PRZYKŁADOWE SYMBOLE UKŁADÓW PIA



Zawór zdalnie sterowany z siłownikiem o działaniu otwierającym element nastawczy przy zaniku energii pomocniczej lub sygnału sterującego



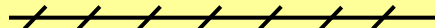
Zawór zdalnie sterowany z siłownikiem o działaniu zamykającym element nastawczy przy zaniku energii pomocniczej lub sygnału sterującego



Tradycyjny symbol zaworu sterowanego pneumatycznie (membranowego)

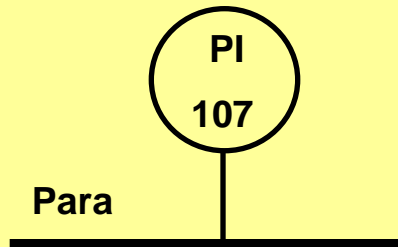


lub

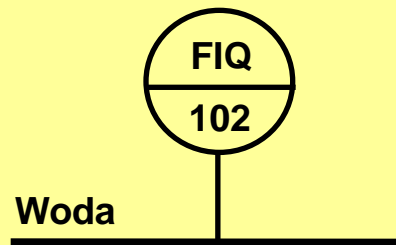


Linia  
sygnałowa

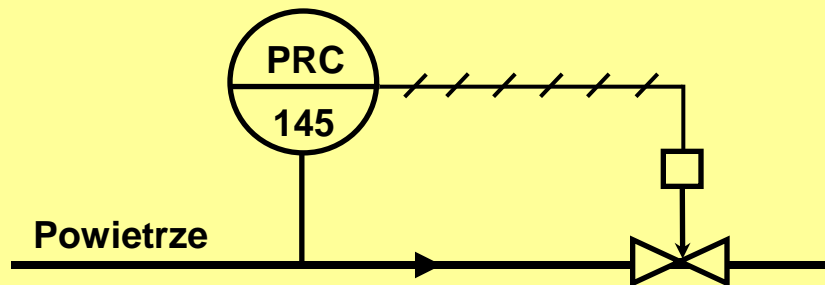
## Przykłady PiA:



Układ nr 107 pomiaru ciśnienia (P) pary z miejscowym wskazaniem wartości (I)



Układ nr 102 pomiaru (I) strumienia objętościowego (F) wody, ze zliczaniem ilości (Q) i odczytem w sterowni



Układ nr 145 automatycznej regulacji (C) ciśnienia (P) powietrza ze zdalną rejestracją (R) wartości ciśnienia; zawór zamknięty przy zaniku energii pomocniczej lub sygnału sterującego

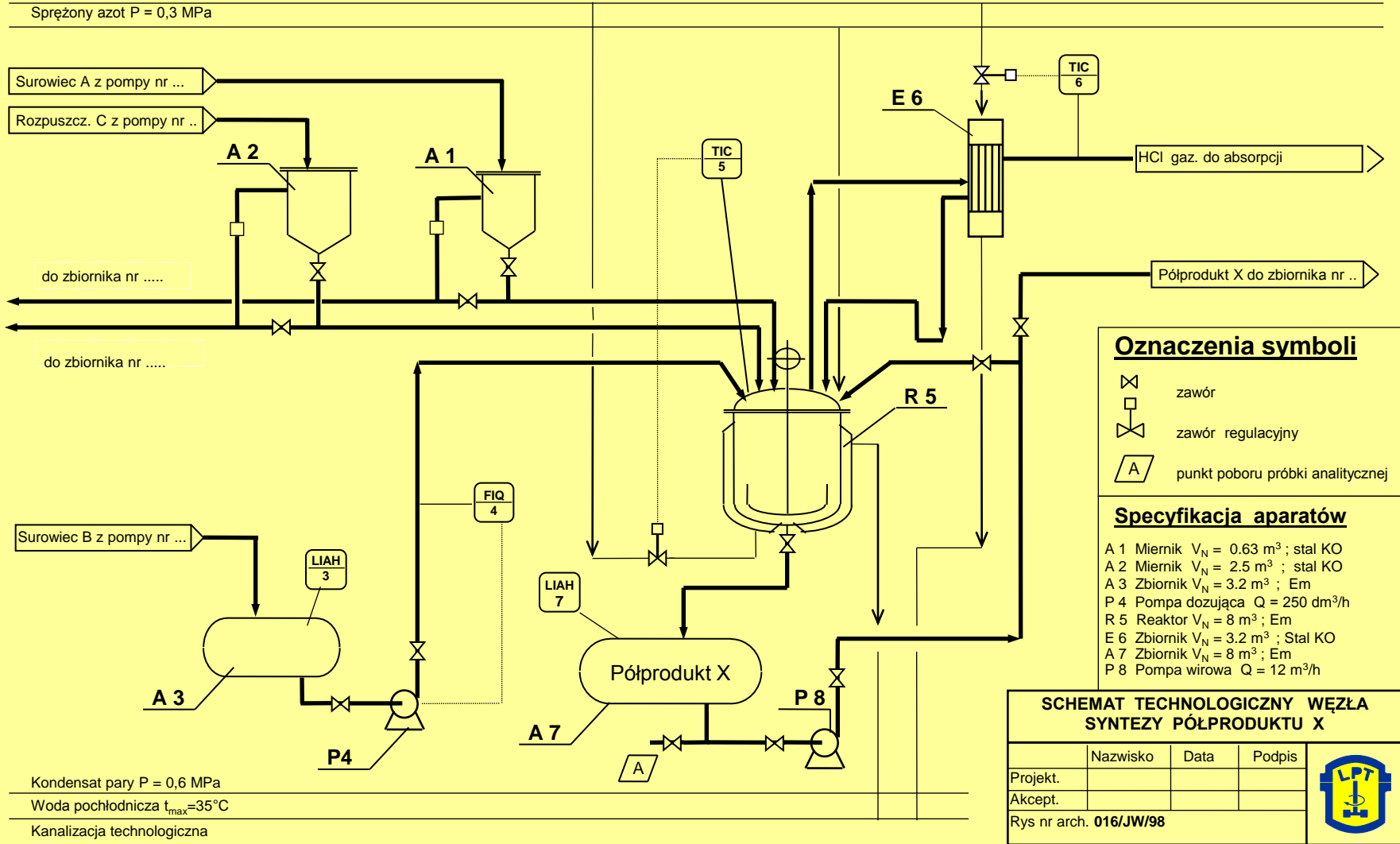


# PRZYKŁADOWY SCHEMAT TECHNOLOGICZNY

Para wodna P = 0,6 MPa

Woda chłodnicza obiegowa  $t_{max} = 25^{\circ}\text{C}$

Sprężony azot P = 0,3 MPa



## Oznaczenia symboli

- zawór
- zawór regulacyjny
- punkt poboru próbki analitycznej

## Specyfikacja aparatów

- A 1 Miernik  $V_N = 0.63 \text{ m}^3$ ; stal KO
- A 2 Miernik  $V_N = 2.5 \text{ m}^3$ ; stal KO
- A 3 Zbiornik  $V_N = 3.2 \text{ m}^3$ ; Em
- P 4 Pompa dozująca  $Q = 250 \text{ dm}^3/\text{h}$
- R 5 Reaktor  $V_N = 8 \text{ m}^3$ ; Em
- E 6 Zbiornik  $V_N = 3.2 \text{ m}^3$ ; Stal KO
- A 7 Zbiornik  $V_N = 8 \text{ m}^3$ ; Em
- P 8 Pompa wirowa  $Q = 12 \text{ m}^3/\text{h}$

## SCHEMAT TECHNOLOGICZNY WĘZŁA SYNTETY PÓLPRODUKTU X

	Nazwisko	Data	Podpis
Projekt.			
Akcept.			
Rys nr arch. 016/JW/98			



# OPIS PRZEBIEGU PROCESU TECHNOLOGICZNEGO (SCHEMATU TECHNOLOGICZNEGO)

## PRZEBIEG PROCESU SYNTEZY PÓŁPRODUKTU X

### A. Przykład negatywny

Do reaktora syntezy ładujemy 2000 kg rozpuszczalnika B. Następnie dodajemy obliczoną ilość surowca A i rozpoczynamy dozowanie surowca C utrzymując w reaktorze temperaturę 60°C.

Po zakończeniu reakcji zawartość reaktora spuszczaemy do zbiornika pośredniego.

# OPIS PRZEBIEGU PROCESU TECHNOLOGICZNEGO (SCHEMATU TECHNOLOGICZNEGO)

## PRZEBIEG PROCESU SYNTEZY PÓŁPRODUKTU X

### B. Przykład prawidłowy

Poniższy opis wykonano w nawiązaniu do schematu technologicznego węzła syntezy półproduktu X nr arch. 016/JW/98.

Przed rozpoczęciem szarży syntezy należy sprawdzić właściwe położenie zaworów na linii odgazów oraz uruchomić węzeł absorpcji HCl.

Do zbiornika nmiarowego nr A1 przepompowuje się pompą nr P11 ze zbiornika magazynowego nr A10 surowiec A aż do momentu zaobserwowania przepływu cieczy w latarce na rurociągu przelewowym.

Podobnie, do zbiornika nmiarowego nr A2 przepompowuje się pompą nr P21 ze zbiornika magazynowego nr A20 rozpuszczalnik B aż do momentu zaobserwowania przepływu cieczy w latarce na rurociągu przelewowym.

Do zbiornika A3 przepompowuje się surowiec C pompą nr P31 ze zbiornika magazynowego nr A30 aż do momentu zadziałania blokady pompy od poziomu maksimum (układ LIAH 3).

Do reaktora syntezy nr R5 spuszcza się z miernika A2 2450 dm<sup>3</sup> (2100 kg) rozpuszczalnika B. W reaktorze R5 uruchamia się mieszadło po czym, z miernika A1 spuszcza się do reaktora R5 odmierzoną porcję 525 dm<sup>3</sup> (500 kg) surowca A.

Następnie otwiera się doprowadzenia wody chłodniczej do płaszcza reaktora R5 i do chłodnicy zwrotnej nr E6 oraz uruchamia układy regulacji temperatury TIC 5 i TIC 6.

Po wykonaniu powyższych czynności rozpoczyna się dozowanie surowca C z prędkością 200 dm<sup>3</sup>/h przy pomocy pompy dozującej nr P4. Szybkość dozowania jest kontrolowana przez układ FIQ 4. W reaktorze jest utrzymywana temperatura 60 °C (max. 64 °C) przy pomocy układu regulacyjnego TIC 5 sterującego dopływem wody chłodniczej do płaszcza reaktora R5.

Wydzielający się w czasie reakcji gazowy HCl przepływa wraz z oparami rozpuszczalnika do chłodnicy zwrotnej nr E6. Wykroplony rozpuszczalnik spływa z powrotem do reaktora R5 natomiast gazowy HCl przepływa do węzła absorpcji (schemat technologiczny nr arch. 017/JW/98).

Po zadozowaniu  $1650 \text{ dm}^3$  (1320 kg) surowca C zatrzymuje się automatycznie pompa P4 (licznik FIQ 4). Zawartość reaktora miesza się jeszcze przez 0,5 h po czym przedmuchuje azotem przez ok. 15 min i spuszcza do zbiornika pośredniego nr A7.

Ze zbiornika A7 pobiera się próbkę do analizy. Jeśli wynik analizy jest pozytywny, zawartość zbiornika przetłacza się pompą nr P8 do zbiornika nr A101 w węźle destylacji. Jeśli natomiast wynik analizy odbiega od normy zawartość zbiornika A7 zawraca się pompą P8 z powrotem do reaktora R5 w celu przeprowadzenia reakcji korekcyjnej.

# Harmonogram pracy podstawowych aparatów - Wykres Gantta

## Proces otrzymywania pantotenianu wapnia (P), 800 kg/szarżę, ruch ciągły

