Projektowanie Biznesu Ekologicznego

Wykład 2

Adriana Zaleska-Medynska
Katedra Technologii Środowiska, p. G202

Wykład 2

1. Jak przejść od pomysłu do przemysłu?
2. Projekt procesowy: koncepcja chemiczna i technologiczna

Jak przejść od pomysłu do przemysłu?

Czy przejście od skali laboratoryjnej do wielkiej produkcji jest trudne?

Przejście od skali laboratoryjnej do wielkiej produkcji

SUROWCE

URZĄDZENIA

pomysł → skala laboratoryjna → skala przemysłowa

Skala przemysłowa

Silosy do mąki

Zbiornik fermentacji drożdży

Automat do formowania ciasta

Komora fermentacji

Automat załadowczy

Piec komorowy

Cechy charakterystyczne

- duża skala
- strona ekonomiczna zagadnienia
- aspekt środowiskowy

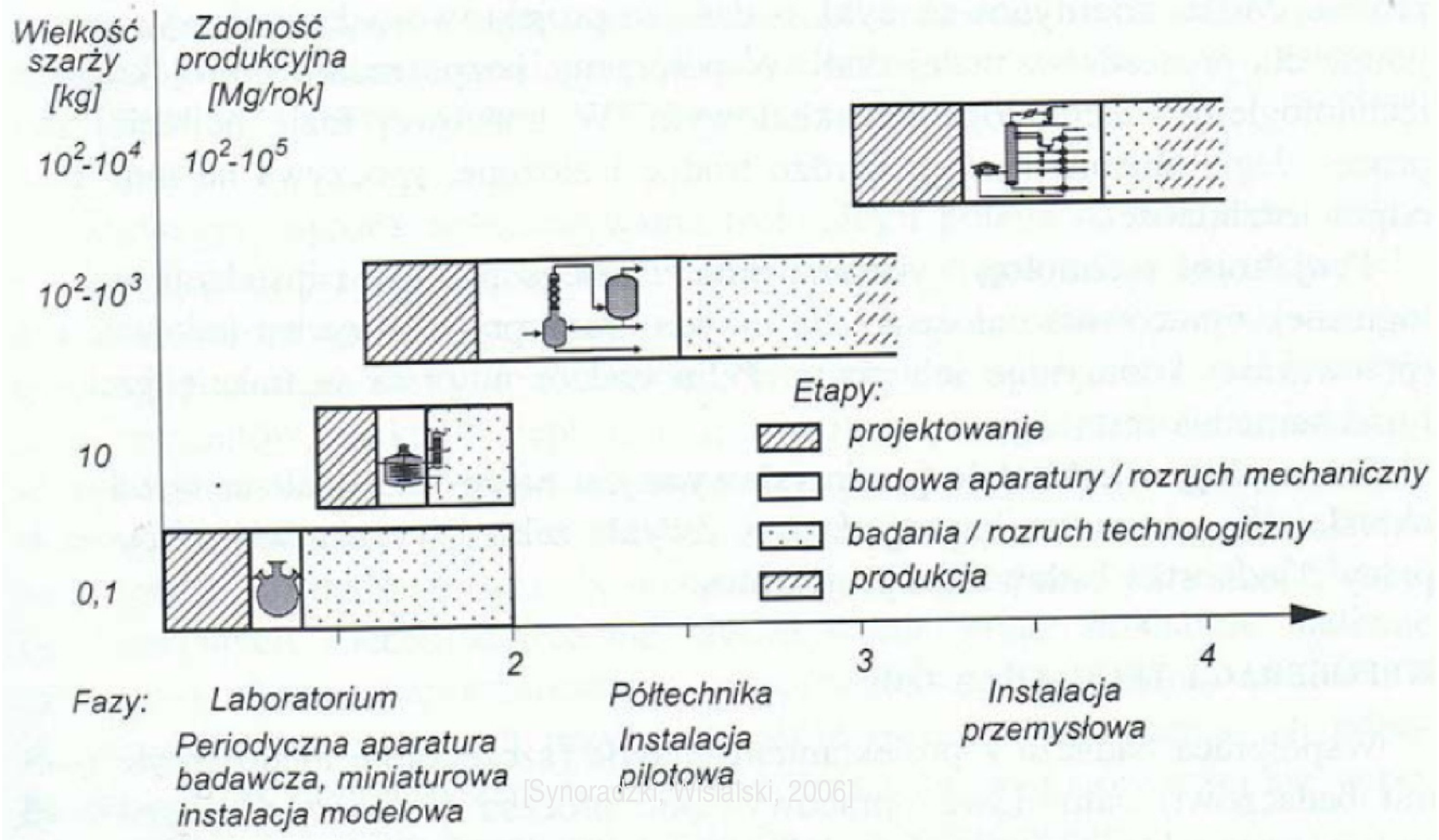
Podstawy technologii chemicznej obejmują:

- opis procesów technologicznych
- projekt procesowy
- procesy pomocnicze w technologii chemicznej

Do procesów pomocniczych technologii chemicznej zaliczamy:

- gospodarkę ciepłem;
- wytwarzanie próżni i ciśnienia
- produkcję gazów technicznych
- zagospodarowanie odpadów
- uzdatnianie i dezynfekcję wody
- oczyszczanie ścieków

Fazy i etapy opracowywania technologii



[Synoradzki, Wiślański, 2006]

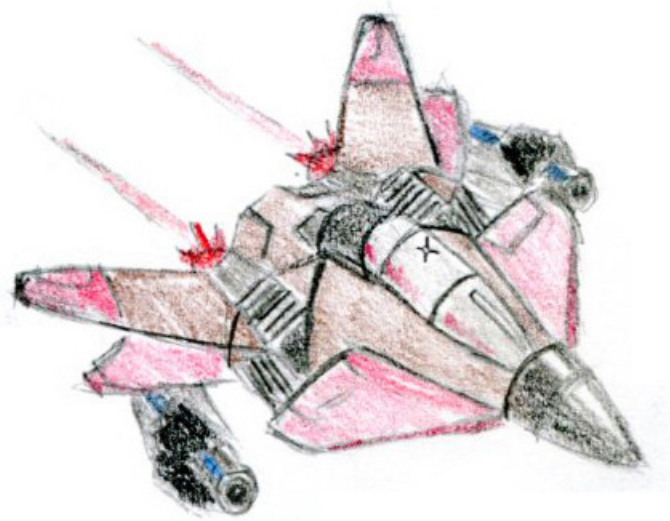
Współczesne uwarunkowania projektowania procesowego

Poziomy dojrzałości technologii
(technology readiness levels, TRL)

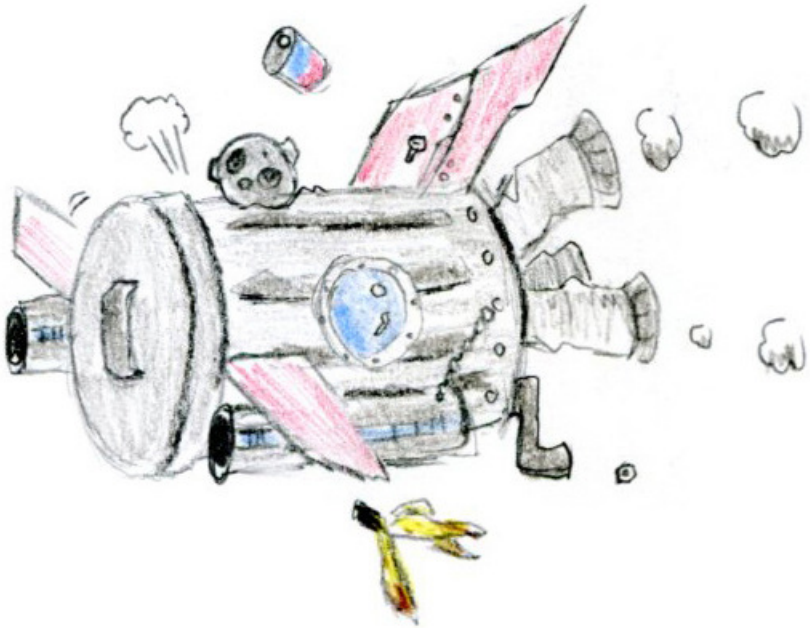
TRL 0: Idea. Koncepcja niepotwierdzona, brak testów potwierdzających.
TRL 1 : Badania podstawowe. Hipotezy i obserwacje dotyczące założeń ale brak dowodów eksperymentalnych.
TRL 2: Zaproponowanie technologii. Sformułowanie koncepcji oraz zastosowań.
TRL 3: Badania stosowane. Pierwszy badania laboratoryjne; potwierdzenie koncepcji.
TRL 4: Prototyp w małej skali zbudowany w środowisku laboratoryjnym („ugly prototype").
TRL 5: Prototyp w dużej skali przetestowany w zamierzonym środowisku.
TRL 6: Prototypowy układ przetestowany w zamierzonym środowisku zbliżonym do warunków rzeczywistych.
TRL 7: Układ demonstracyjny pracujący w środowisku operacyjnym w skali przed-komercyjnej.
TRL 8: Pierwszy system zbliżony do komercyjnego. Rozwiązanie problemów produkcyjnych.
TRL 9: Zastosowanie komercyjne, technologia dostępna dla konsumentów.

Poziomy dojrzałości technologii - prototypy

The Final Design

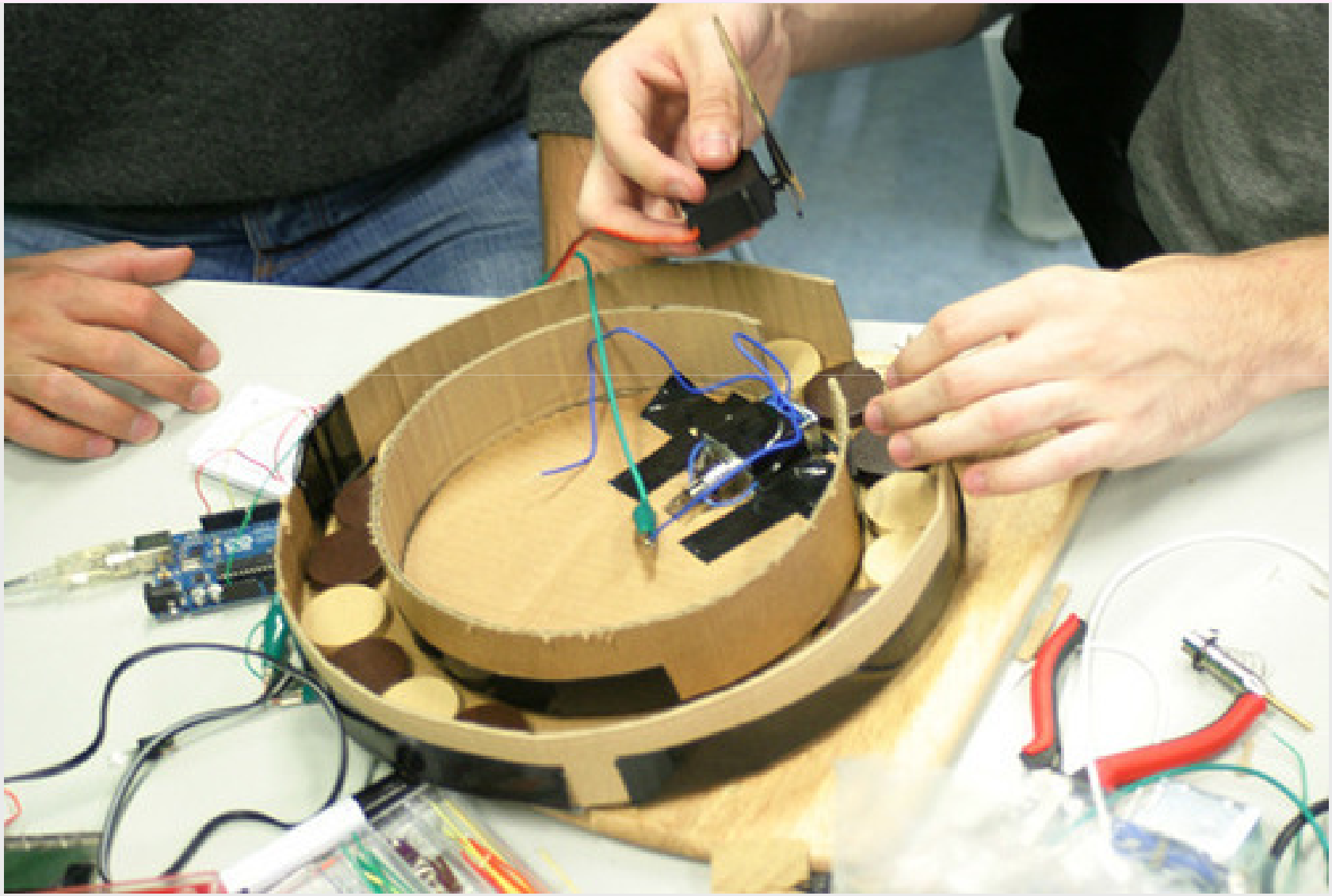


The Prototype



Poziomy dojrzałości technologii – prototypy

„ugly prototype”



Projekt procesowy

Projekt procesowy

I. Koncepcja chemiczna

I.1. Ogólna charakterystyka i zapotrzebowanie wyrobu
I.2. Światowe kierunki sposobów wytwarzania i rozwiązań technicznych
I.3. Charakterystyka proponowanej metody
I.4. Charakterystyka surowców
I.5. Charakterystyka produktu głównego i ubocznych
I.6. Charakterystyka odpadów i ścieków z omówieniem możliwości ich utylizacji, magazynowania lub neutralizacji

II. Koncepcja technologiczna

II.1. Schemat ideowy
II.2. Indywidualne parametry poszczególnych procesów i operacji jednostkowych
II.3. Bilans materiałowy
II.4. Bilans energetyczny
II.5. Opis procesu technologicznego
II.6. Schemat technologiczny
II.7. Materiały konstrukcyjne i ochrona przed korozją
II.8. Zestawienie aparatów i urządzeń
II.9. Harmonogram pracy aparatów
II.10. Kontrola produkcji
II.11. Zapotrzebowanie siły roboczej
II.12. Zagadnienia higieny i bezpieczeństwa pracy
II.13. Ocena oddziaływania na środowisko
III. Opracowanie wstępnego uzasadnienia ekonomicznego
IV. Literatura

Koncepcja chemiczna i technologiczna procesu

Koncepcja chemiczna procesu

Dokonanie wyboru surowców i ustalenie szeregu przemian chemicznych i fizycznych zapewniających otrzymanie produktu.

Koncepcja technologiczna procesu

Jest to określenie liczby, kolejności i rodzajów procesów podstawowych niezbędnych do prowadzenia produkcji.

Pełna koncepcja chemiczna metody obejmuje:

- Ustalenie równań stechiometrycznych proponowanych reakcji chemicznych
- Wykonanie obliczeń stechiometrycznych, podanie bilansu stechiometrycznego i teoretycznych wskaźników zużycia surowców
- Wykonanie obliczeń termodynamicznych obejmujących:
  - **Stałe równowagi chemicznej i fazowej proponowanych przemian**
  - **Skład równowagowy układu**
  - **Wpływ temperatury, ciśnienia i składu początkowego na stan równowagi układu reakcyjnego**
  - **Efekty cieplne przemian chemicznych i fazowych**

- Dokonanie wstępnej **kalkulacji kosztów** produkcji
- Dokonanie wstępnej weryfikacji koncepcji chemicznej, **dobranie optymalnego wariantu z szeregu teoretycznie możliwych**
- Obliczenie lub wyznaczenie doświadczalne właściwości fizykochemicznych czystych reagentów i ich mieszanin
- Doświadczalne przebadanie kinetyki wybranych przemian chemicznych i fazowych, **wyznaczenie szybkości** oraz równań kinetycznych dla wszystkich reakcji chemicznych, dobór katalizatorów

Dodatkowo należy brać pod uwagę następujące uwarunkowania:

- Ochronę środowiska
- Gospodarkę odpadami
- Dostępność energii, wody technologicznej i chłodzącej
- Gwarancję dostaw surowców
- Powiązanie nowej instalacji z innymi istniejącymi w kombinacie chemicznym
- Tendencje cen krajowych i zagranicznych
- Czystość patentową metody
- Sposób prowadzenia procesu (okresowy/ ciągły)
- Rachunek ekonomiczny

Jak możemy otrzymać azotan amonu (NH_4NO_3)?

Przykład wariantów koncepcji

Wytwarzanie azotanu(V) amonu (NH_4NO_3)
Przykład wariantów koncepcji

1. Otrzymywanie azotanu(V) amonu metodą laboratoryjną

Surowce główne: wodny roztwór amoniaku
kwas azotowy

a) $NH_4OH + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3 + H_2O$ reakcja silnie egzotermiczna

b) Odparowanie roztworu i krystalizacja azotanu (V) amonu

metoda laboratoryjna wytwarzania azotanu amonu z amoniaku i kwasu azotowego jest podstawą rozwiązań przemysłowych – zagadnienie sprowadza się do znalezienia ekonomicznych metod przemysłowych wytwarzania półproduktów

Wytwarzanie azotanu(V) amonu (NH_4NO_3)
Przykład wariantów koncepcji

2. Najdawniejsza metoda przemysłowa otrzymywania azotanu(V) amonu (dzisiaj tylko o znaczeniu historycznym)

Surowce główne: woda amoniakalna (z gazowni)
saletra chilijska ($NaNO_3$)

Surowiec pomocniczy: kwas siarkowy

a) $NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow \mathbf{HNO_3} + NaHSO_4$
b) $\mathbf{NH_4OH} + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3 + H_2O$ (jak w metodzie 1)
c) odparowanie i krystalizacja NH_4NO_3 (jak w metodzie 1)

otrzymywanie amoniaku jako produktu ubocznego w gazowniach, a kwasu azotowego z saletry chilijskiej nie mogło rozwiązać zagadnienia wytwarzania związków azotowych w dużej skali i ma jedynie znaczenie historyczne

Przykład wariantów koncepcji

Zagadnienia przemysłowej produkcji azotanu(V) amonu polegały na :

1. **wyeliminowaniu surowców** możliwych do uzyskania w sposób bardzo ograniczony (amoniak z gazowni, saletra chilijska) i zastąpieniu ich surowcami głównymi, których zapasy są praktycznie nieograniczone (XXXXXXXXXXXXX)

2. znalezieniu takiego rozwiązania , w którym **wykorzystuje się ciepło reakcji egzotermicznej amoniaku z kwasem azotowym dla odparowania roztworu azotanu amonu** (z wyeliminowaniem niebezpieczeństwa wybuchowego azotanu amonu)

Przykład wariantów koncepcji

Jakie surowce były najtańsze i najbardziej dostępne?

NH_4NO_3

tlen

azot

woda

Wytwarzanie azotanu(V) amonu (NH_4NO_3)
Przykład wariantów koncepcji

3. Synteza kwasu azotowego(V) w łuku elektrycznym

Surowce główne: powietrze
woda
woda amoniakalna

a) $N_2 + O_2 \rightarrow 2\ NO$ (w łuku elektrycznym)

b) $4NO + 2H_2O + 3O_2 \rightarrow 4\mathbf{HNO_3}$ (absorpcja tlenków azotu w wodzie)

c) $\mathbf{NH_4OH} + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3 + H_2O$ (jak w metodzie 1)

d) odparowanie i krystalizacja NH_4NO_3 (jak w metodzie 1)

- tworzenie tlenku azotu z tlenu i azotu przebiega w bardzo wysokiej temperaturze !!!
- obliczenia termodynamiczne wartości stałej równowagi reakcji (a) wykazują, ze wydajność reakcji będzie niewielka , a zużycie energii na ogrzanie reagentów bardzo duże
- sposób wytwarzania NO w łuku elektrycznym (temperatura ok. 3000°C) od dawna nie jest stosowany w przemyśle – reakcję tworzenia tlenku azotu należy prowadzić w możliwie wysokiej temperaturze, po czym gazy opuszczające przestrzeń reakcyjną trzeba szybko schłodzić do temperatury poniżej 1200-1300°C (zamrażanie układu w stanie równowagi – przemiany prowadzone z udziałem plazmy)