



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
im. Stanisława Staszica
w Krakowie

**WYDZIAŁ INŻYNIERII METALI I
INFORMATYKI PRZEMYSŁOWEJ**



Metalurgia Metali Nieżelaznych

Wykład 6

Autorzy:

prof. dr hab. inż. Jan Wypartowicz

prof. dr hab. inż. Andrzej Łędzki

dr inż. Paweł Drożdż

dr inż. Ryszard Stachura

Metalurgia niklu

Pierwiastek przejściowy, ferromagnetyk.

Metal o srebrzystym połysku, lekko żółtawym.

Gęstość 8.9 Mg/m³ w temp. pokojowej,

Gęstość 7.8 Mg/m³ w temp. topnienia 1455 °C.

Bardzo odporny na utlenianie w powietrzu.

Nikiel jest składnikiem kilku ważnych enzymów w organizmie człowieka.

Z drugiej strony niektóre związki niklu (np. karbonylek) są silnie toksyczne.

Zastosowanie

Najważniejsze zastosowanie (ok. 65%) w stalach nierdzewnych, używanych jako aparatura chemiczna, elementy konstrukcji oraz artykuły użytku domowego.

Inne stopy, przede wszystkim z miedzią - 20 % zużycia. Znane jest ok. 3000 stopów z udziałem niklu.

Pokrycia ochronne stanowią ok. 7% zużycia.

Nadstopy (superalloys) – wysokie własności wytrzymałościowe w wysokich temperaturach. Zastosowanie np. na łopatkę turbin silników lotniczych.

Ogniwa elektryczne.

Katalizatory (na podłożu ceramicznym) w przemyśle chemicznym.

Materiały magnetyczne.

Metallurgia Metali Nieżelaznych W. 6.

Światowa produkcja niklu w roku 2002 (tys. Mg)

Producent	Ni w rudzie	Ni metal
Rosja	235.0	235.0
Japonia	---	160.7
Kanada	178.4	144.8
Australia	196.6	130.7
Norwegia	1.7	68.5
Finlandia	2.6	56.5
Chiny	55.2	52.8
Nowa Kaledonia	100,9	48.7
Całkowite	1200.4	1179.4

Znaczne wydobywanie także: Indonezja, Kuba, Kolumbia.

Rudy niklu

Tlenkowe: najczęściej uwodnione krzemiany niklu i innych metali (Fe, Mg, Ca, Al). Ogólna nazwa – rudy laterytowe. Stanowią 2/3 światowych zasobów niklu.

Typowy minerał - garnieryt – $(\text{Ni},\text{Mg})\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Ubogie złoża garnierytu w Szklarach k. Ząbkowic (Dolny Śląsk).

Limonit $(\text{Fe},\text{Ni})\text{O}(\text{OH})$.

Skala płona tlenkowych rud niklu: tlenki i krzemiany żelaza, glina, talk $(3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O})$. Ruda zawiera dużo wody, łatwa do rozdrabniania, trudnotopliwa.

Najbogatsze rudy tlenkowe niklu do 6% (Nowa Kaledonia).

Zawierają kobalt, nie zawierają metali szlachetnych.

**Siarczkowe: głównym minerałem jest pentlandyt $(\text{Ni,Fe})_9\text{S}_8$.
Znacznie rzadszy jest milleryt NiS .**

**Zawierają prawie zawsze siarczki miedzi, kobalt (do 0.2%),
platynę i platynowce. Zawartość niklu do 6%, miedzi do 2.5%.**

**Skala płona rud siarczkowych: pirotyn Fe_7S_8 , magnetyt,
krzemiany żelaza, magnezu i glinu. Zawierają mało wilgoci;
duża twardość.**

**W 2002 r. 44% niklu wyprodukowano z rud tlenkowych, resztę
z siarczkowych. Większość obecnie przerabianych rud obu
typów zawiera do 3% niklu.**

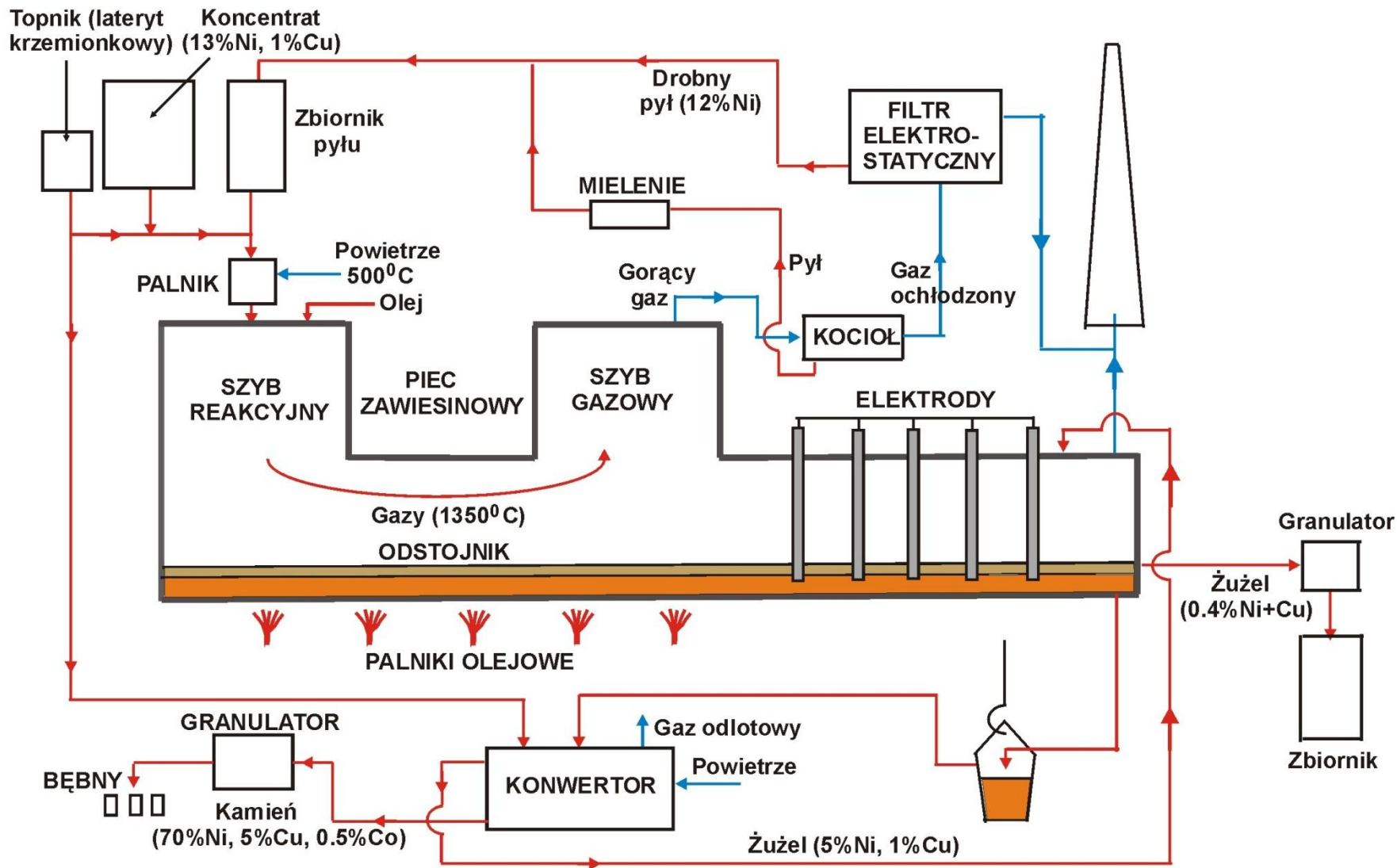
Przeróbka siarczkowej rudy niklu:

- **Kruszenie i mielenie,**
- **Selektywna flotacja i separacja magnetyczna – rozdzielenie koncentratów niklu, miedzi i kobaltu. Powstaje koncentrat: Ni_3S_2 oraz S, Cu, Co, Ag, Pt, As.**
- **Prażenie koncentratu niklowego (piec wielotrzonowy, prażenie fluidyzacyjne lub zawiesinowe).
Celem jest usunięcia siarki związanej z żelazem i utlenienie żelaza, a także utlenienie zanieczyszczeń siarczkowych.**
- **Produkt prażenia: Ni_3S_2 , Cu_2S , FeS, metale szlachetne, zanieczyszczenia tlenkowe.**
- **Topienie w piecu płomiennym lub zawiesinowym z kwaśnym żuzłem (SiO_2).**

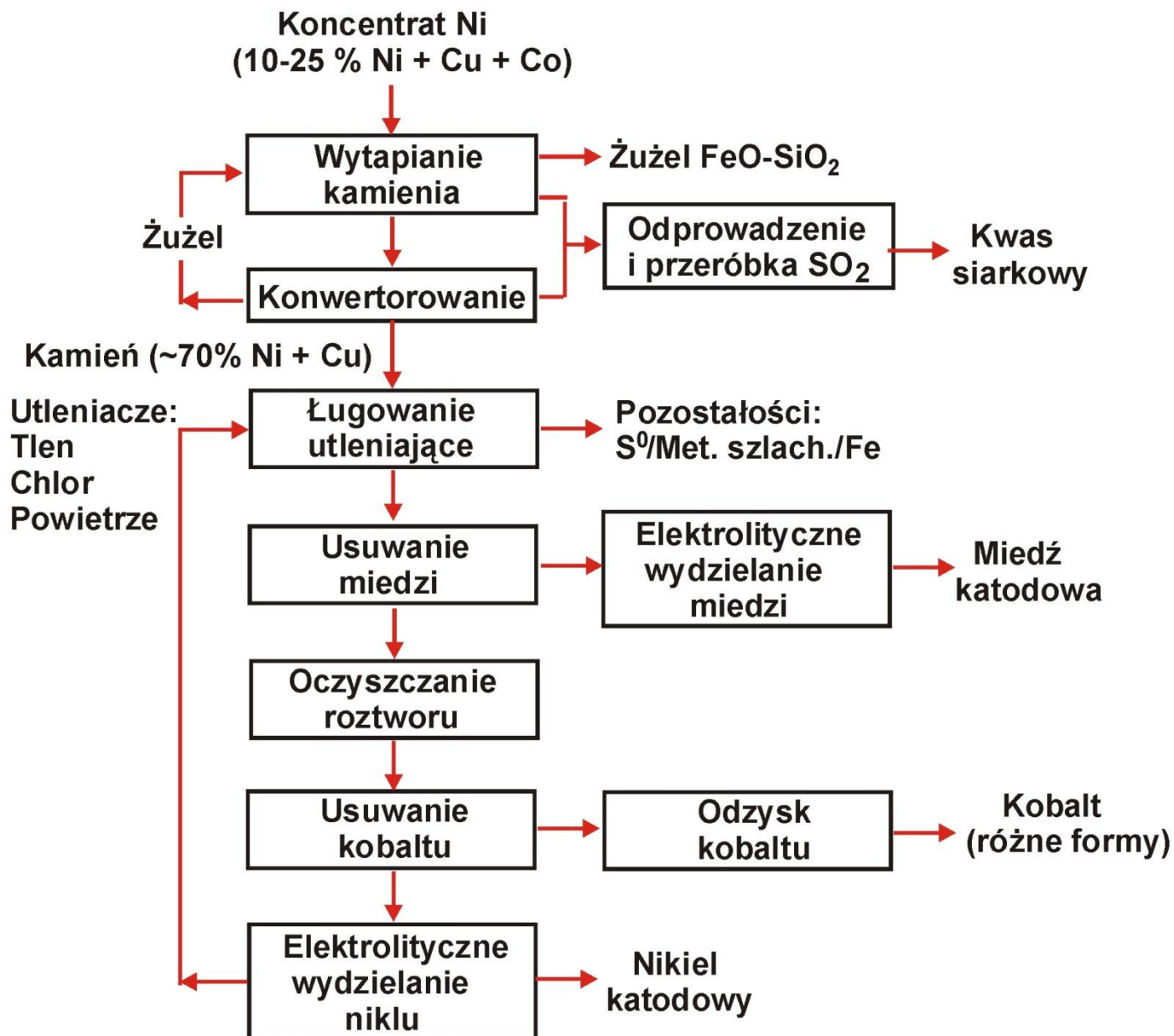
Metalurgia Metali Nieżelaznych W. 6.

- **Powstaje kamień nikłowy złożony z Ni, Cu, Fe i S.**
 - **Konwertorowanie kamienia w poziomym konwertorze z udziałem kwaśnego żużla celem utlenienia siarki i żelaza. Po konwertorowaniu kamień zawiera Ni_3S_2 , Cu_2S oraz stop Cu-Ni z rozpuszczonymi metalami szlachetnymi.**
 - **Powolne chłodzenie ciekłego kamienia (w przedziale temperatur $927^\circ\text{C} - 370^\circ\text{C}$), z którego krystalizują fazy Cu_2S , Ni_3S_2 oraz Cu-Ni.**
 - **Separacja magnetyczna fazy metalicznej Cu-Ni.**
 - **Kruszenie i mielenie oraz rozdział dwóch faz siarczkowych przez flotację.**
- Siarczek miedziowy przerabiany jest w linii produkcji miedzi.**

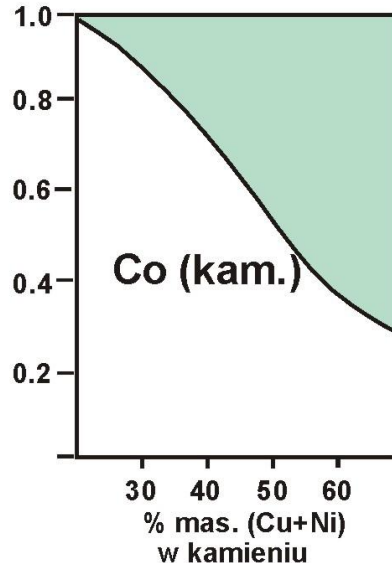
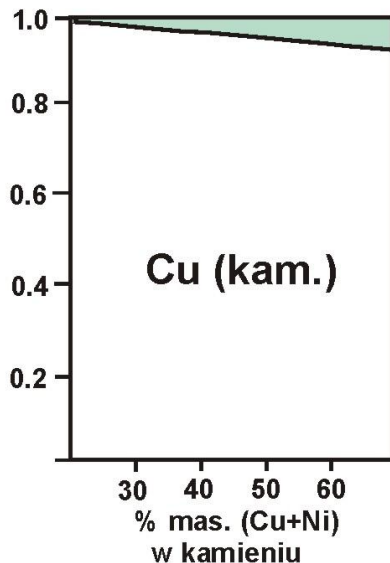
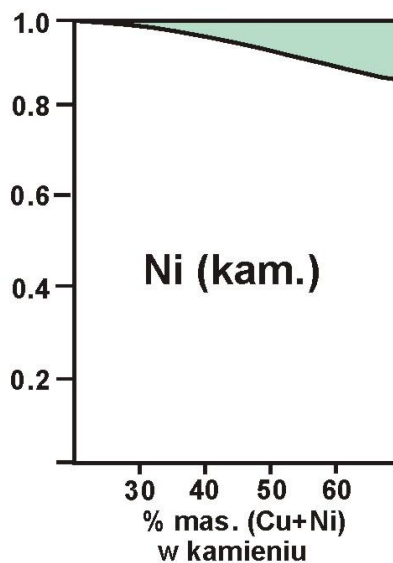
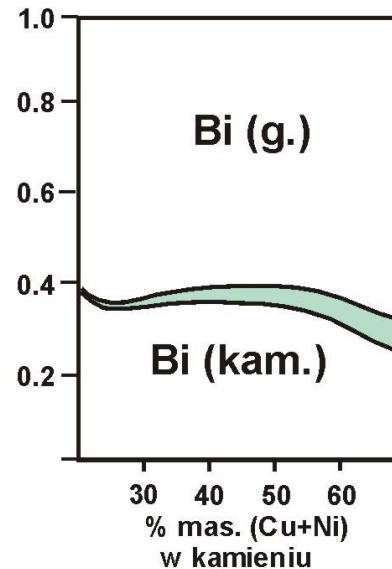
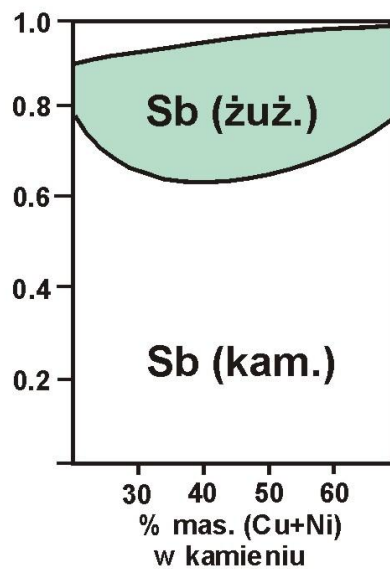
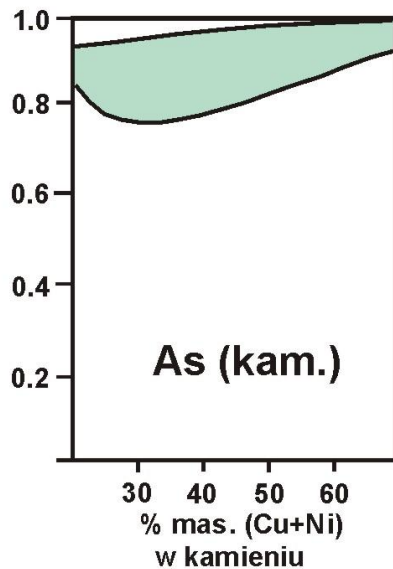
Metallurgia Metali Nieżelaznych W. 6.



Metallurgia Metali Nieżelaznych W. 6.



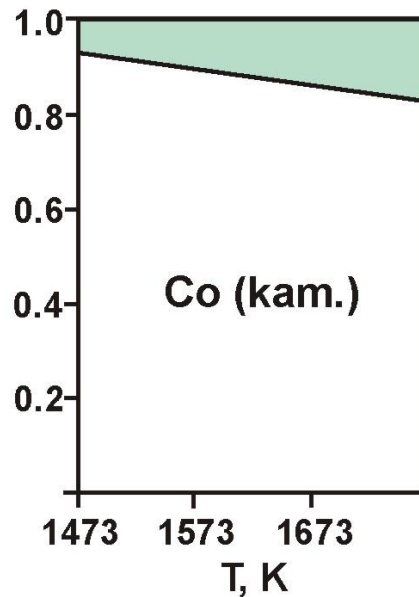
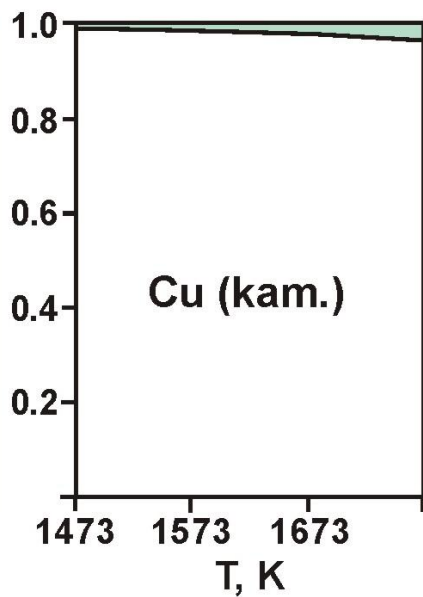
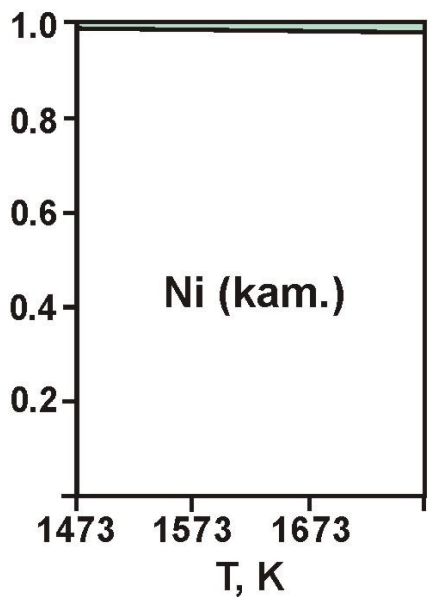
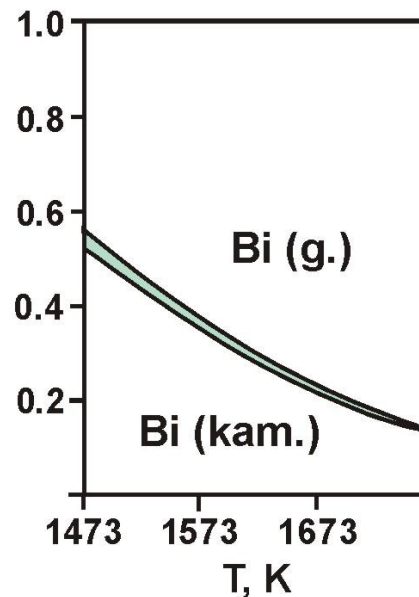
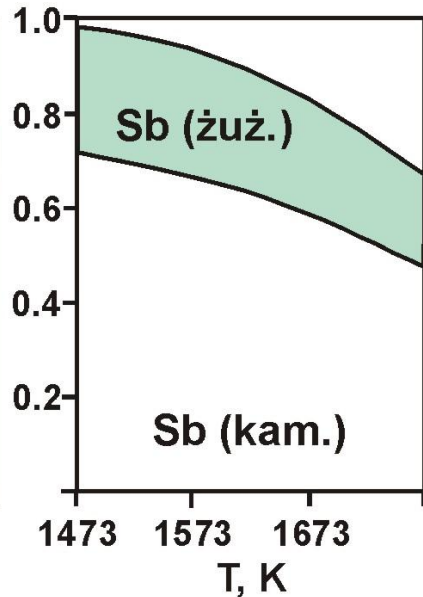
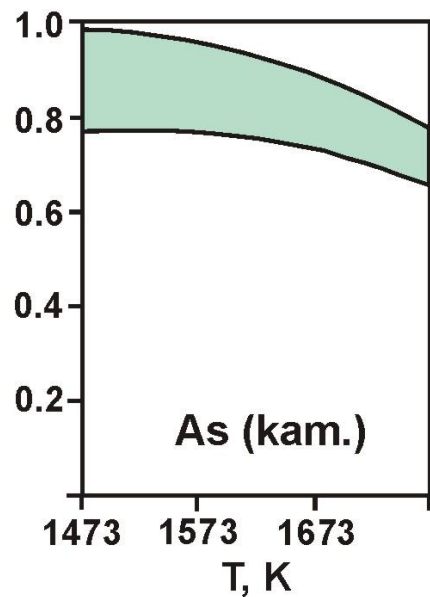
Metalurgia Metali Nieżelaznych W. 6.



Wpływ parametrów procesu wytopu kamienia Cu-Ni na rozdział składników między kamień, żużel i fazę gazową.

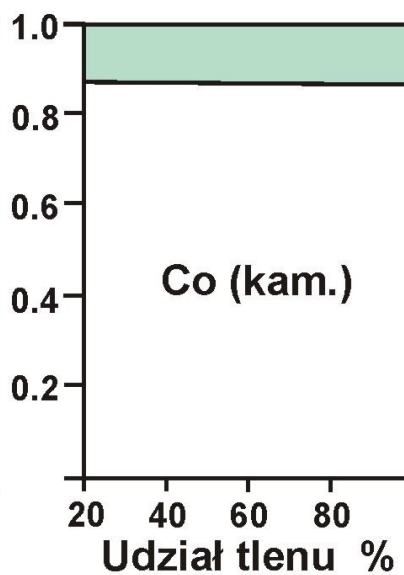
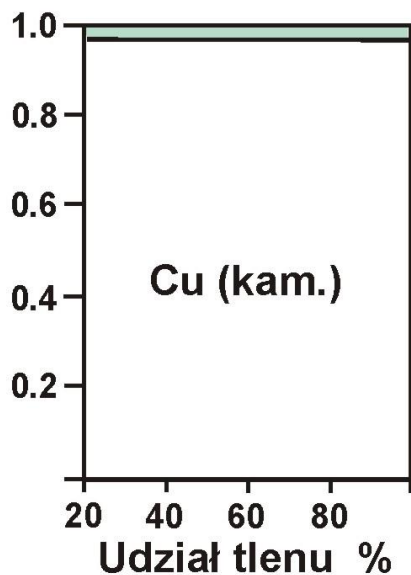
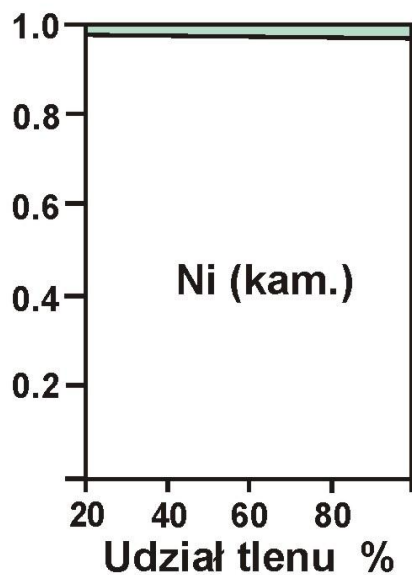
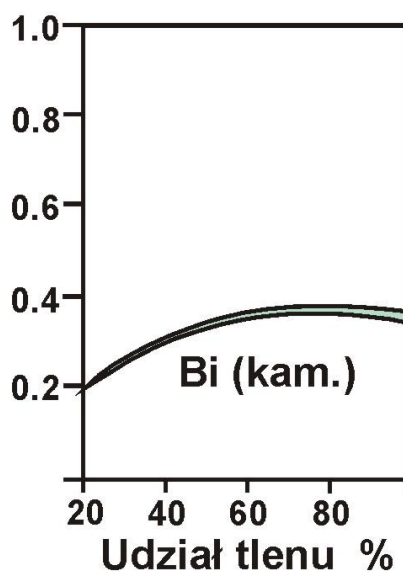
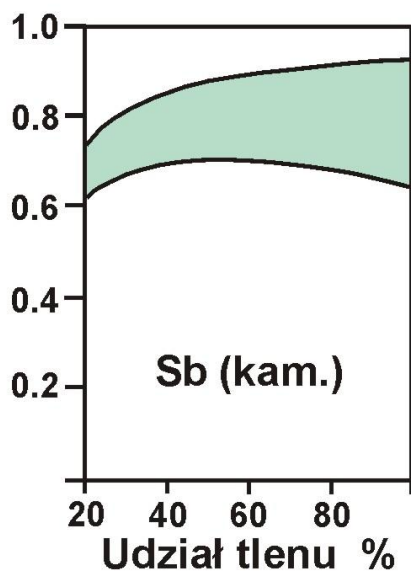
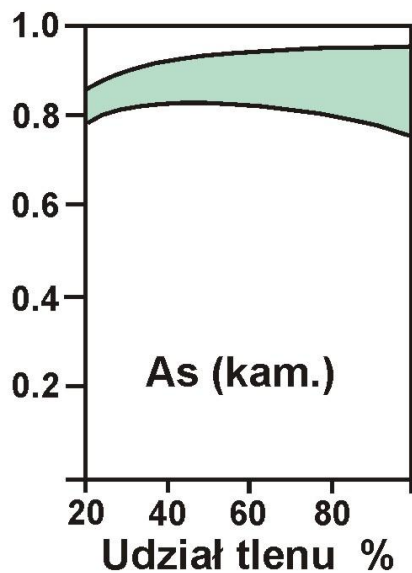
**Temp. 1573 K,
Dmucha zawiera 96.8 % tlenu.**

Metalurgia Metali Nieżelaznych W. 6.



**Wzbogacenie
w tlen 96.8 %.**

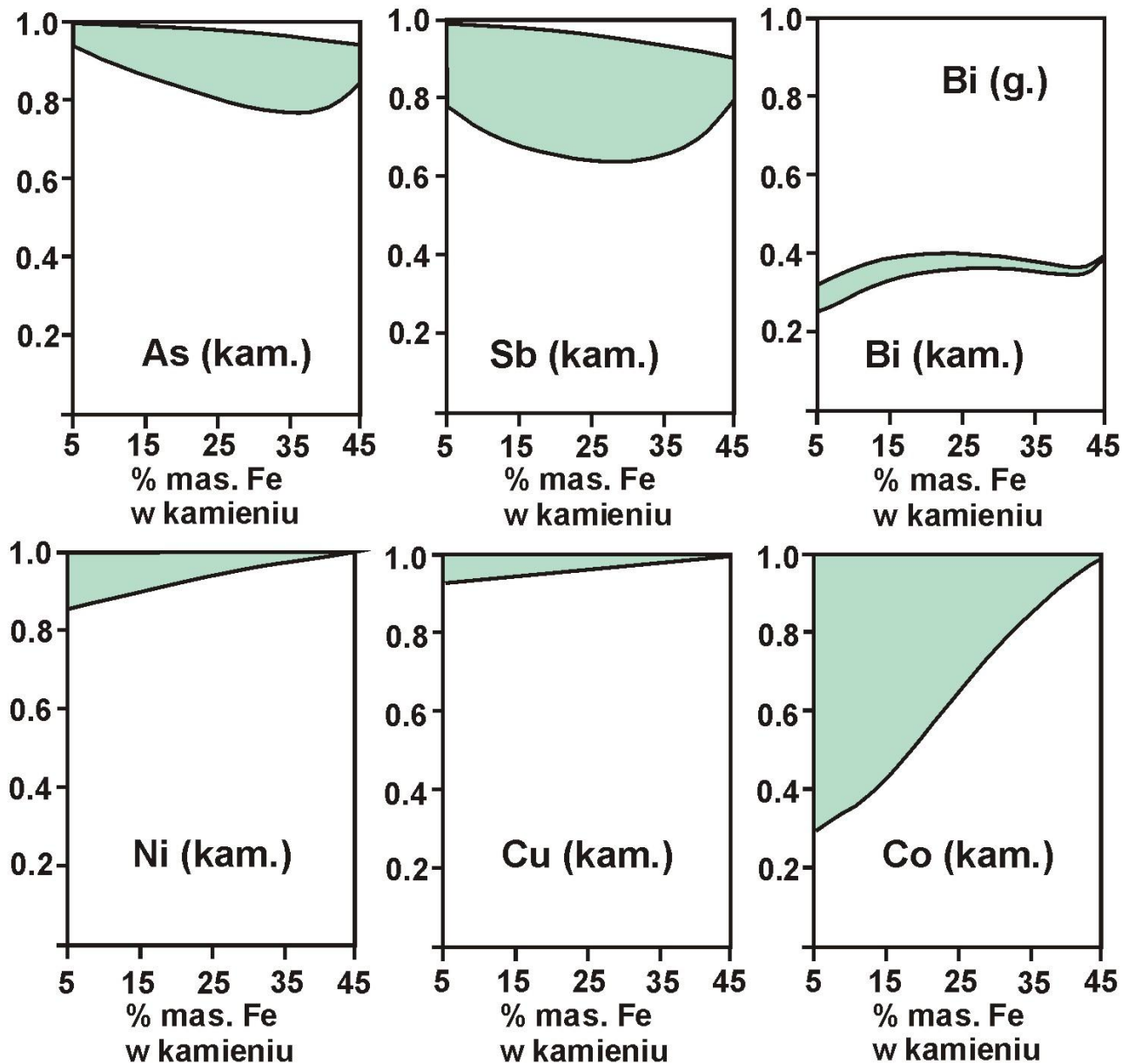
Metallurgia Metali Nieżelaznych W. 6.



**Kamień 30%
(Cu + Ni).**

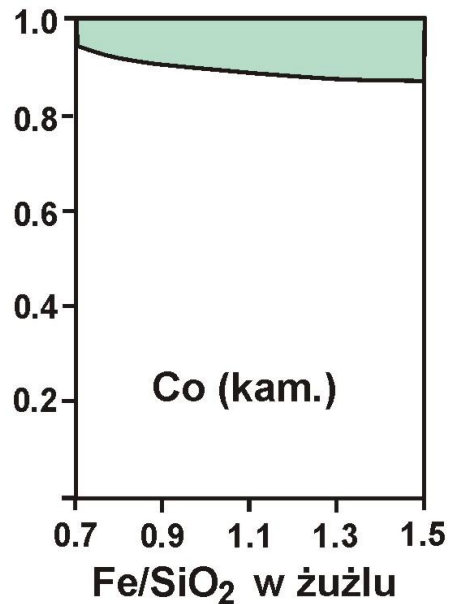
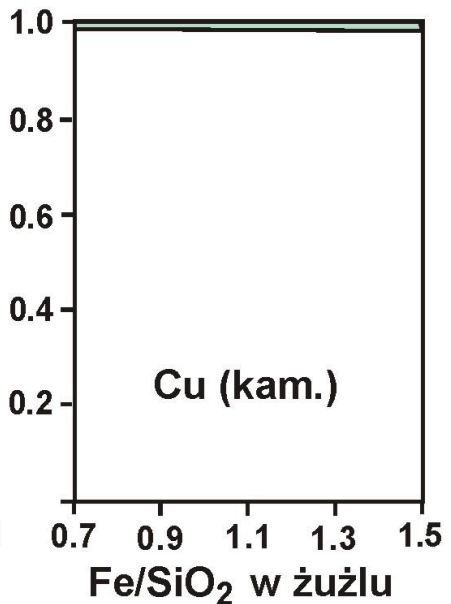
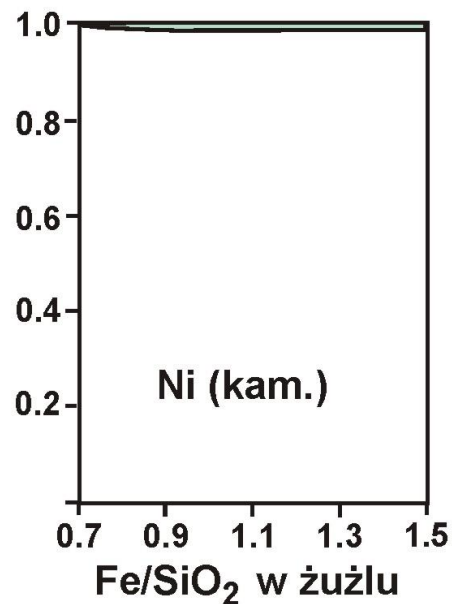
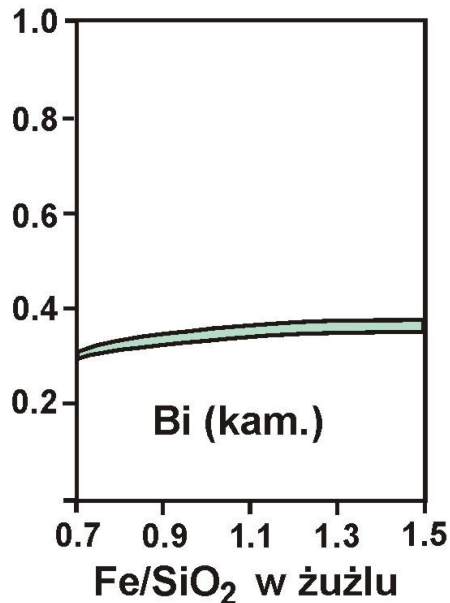
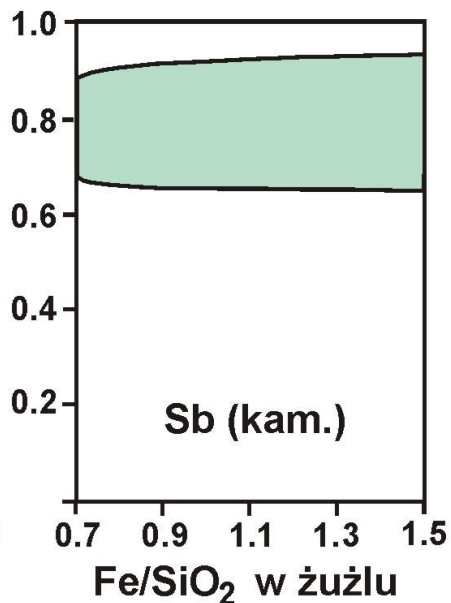
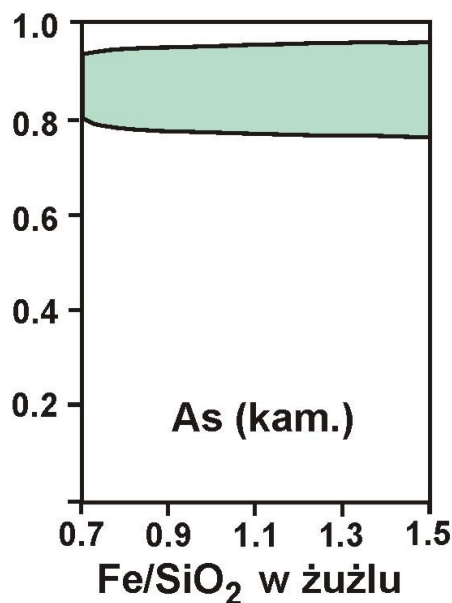
Temp. 1573 K.

Metalurgia Metali Nieżelaznych W. 6.



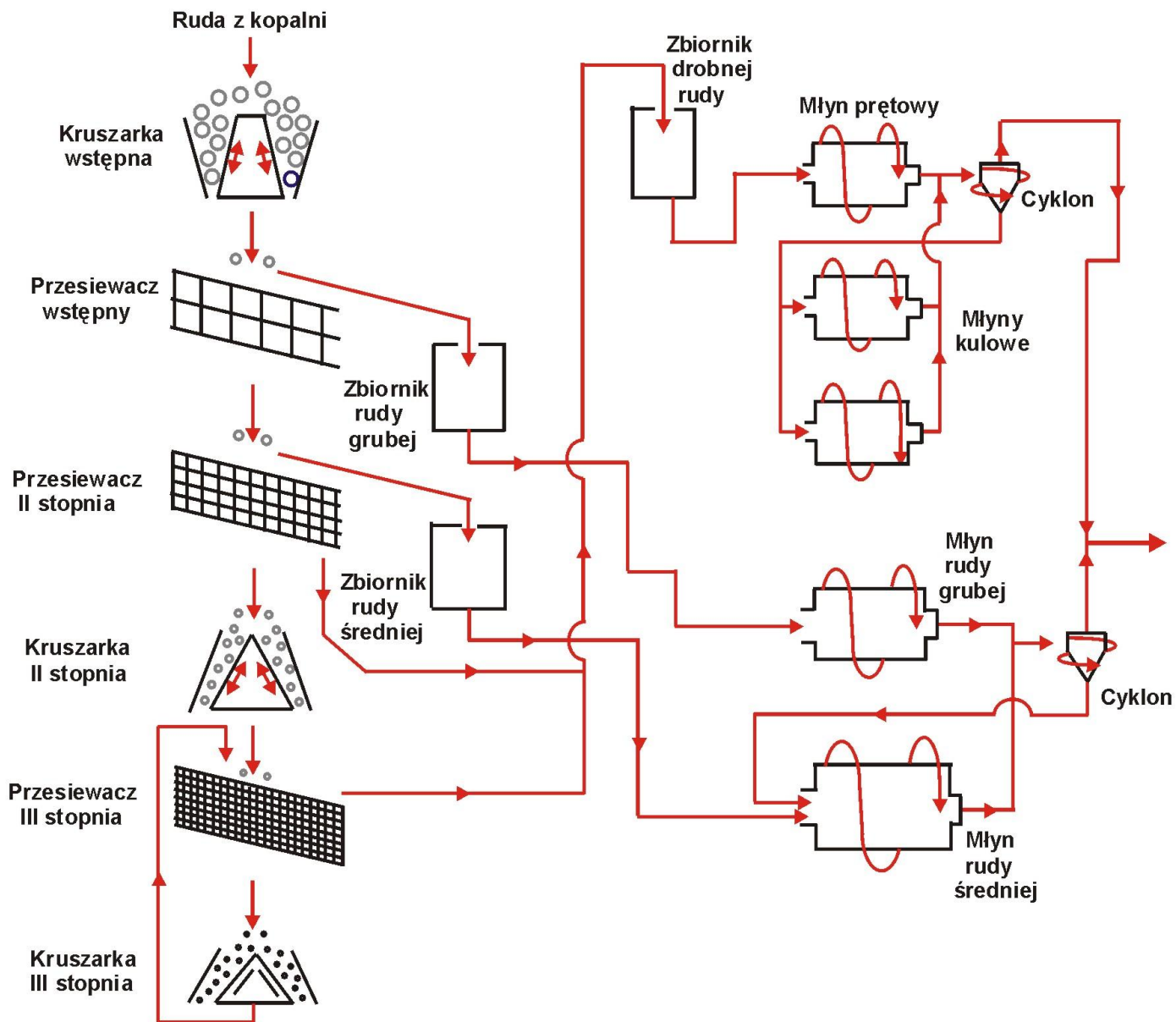
**Temp. 1573 K,
Dmucha zawiera
96.8 % tlenu.**

Metalurgia Metali Nieżelaznych W. 6.



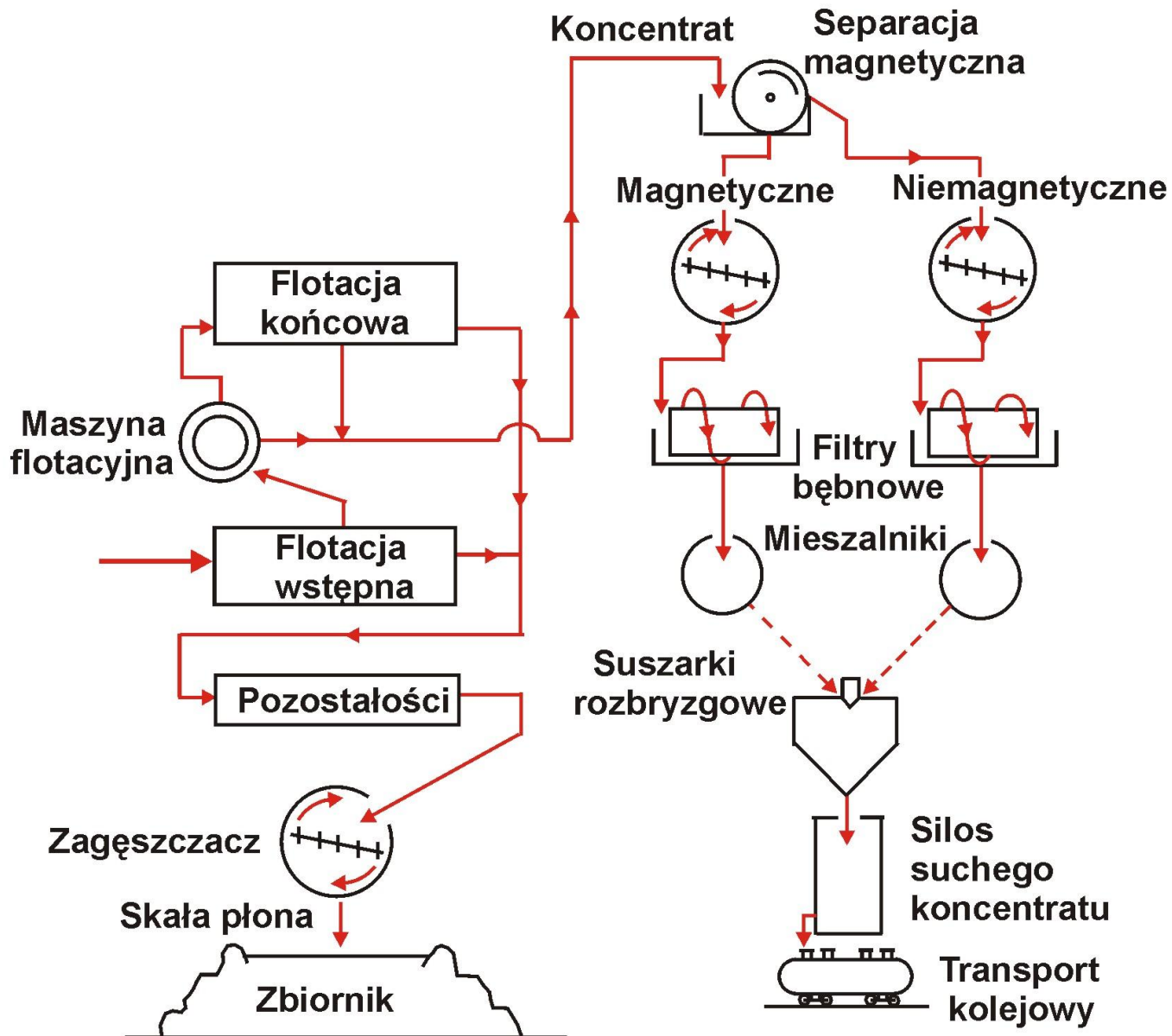
**Temp. 1573 K,
Dmucha zawiera
96.8 % tlenu.**

**Kamień 30 %
(Cu+Ni)**



**Podstawowy
schemat
przeróbki
koncentratów
część I**

**Podstawowy
schemat
przeróbki
koncentratów
część II**



Siarczek niklowy (zawierający nieco siarczku żelaza) może być przerobiony przez:

- a) Prażenie utleniające w warstwie fluidyzacyjnej, ługowanie i elektrolityczne wydzielanie niklu.**
- b) Odlewanie anod i bezpośrednią elektrolizę w układzie z diafragmą rozdzielającą dwa elektrolity.**
- c) Utlenianie, redukcje i rafinację w procesie karbonylkowym.**

Ad b) Siarczek niklu otrzymany z kamienia zawiera:

75% Ni, 20% S, 3% Cu, 0.5% Co, 0.5% Fe oraz niewielkie ilości Pb, Zn, Se i metali szlachetnych. Odlane z tego siarczku anody mają masę ok. 250 kg.

Elektrolizer posiada diafragmę, aby oddzielić zanieczyszczony roztwór anodowy od czystego katodowego.

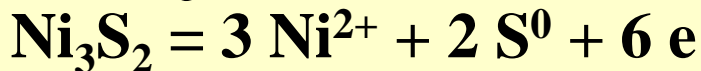
Metalurgia Metali Nieżelaznych W. 6.

Kobalt, żelazo i miedź z elektrolitu osadzałyby się na katodzie.

Roztwór anodowy jest więc odprowadzany i oczyszczany, a następnie pompowany do przestrzeni katodowej. Jest to roztwór siarczanu niklu.

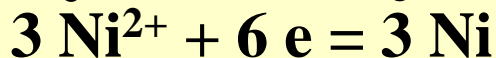
Anody zaopatrzone są w worki do zbierania szlamu.

Reakcja anodowa:



Wytrącona siarka zbiera się w szlamie anodowym.

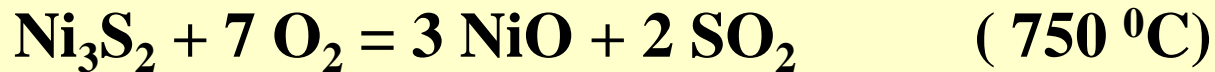
Jony niklu z oczyszczonego roztworu katodowego wydzielają się na niklowej katodzie:



Sumaryczna reakcja elektrolizy:



Ad c) Kamień Ni_3S_2 jest prażony – utleniany do zanieczyszczonego tlenku niklu:



Tlenek ten jest redukowany węglem lub wodorem:



Nikiel tworzy lotny karbonylek $\text{Ni}(\text{CO})_4$:



W wyższych temperaturach następuje jego dysocjacja:



Żelazo i kobalt również tworzą karbonylki, jednak proces ten przebiega wolno. Dysocjacja karbonylku niklu także przebiega wolno, dlatego nikiel z osadza się na drobnych granulkach czystego niklu, co przyspiesza proces.

Technologia Ausmelt topienia kamienia miedziowo – niklowego

Topienie składników siarczkowych, tlenkowych i metalicznych z udziałem tlenu i tlenku żelaza w kąpeli w pionowym agregacie.

W żużlu jest zanurzona pionowa lancia, przez którą wprowadzany jest gaz (powietrze + tlen) i paliwo.

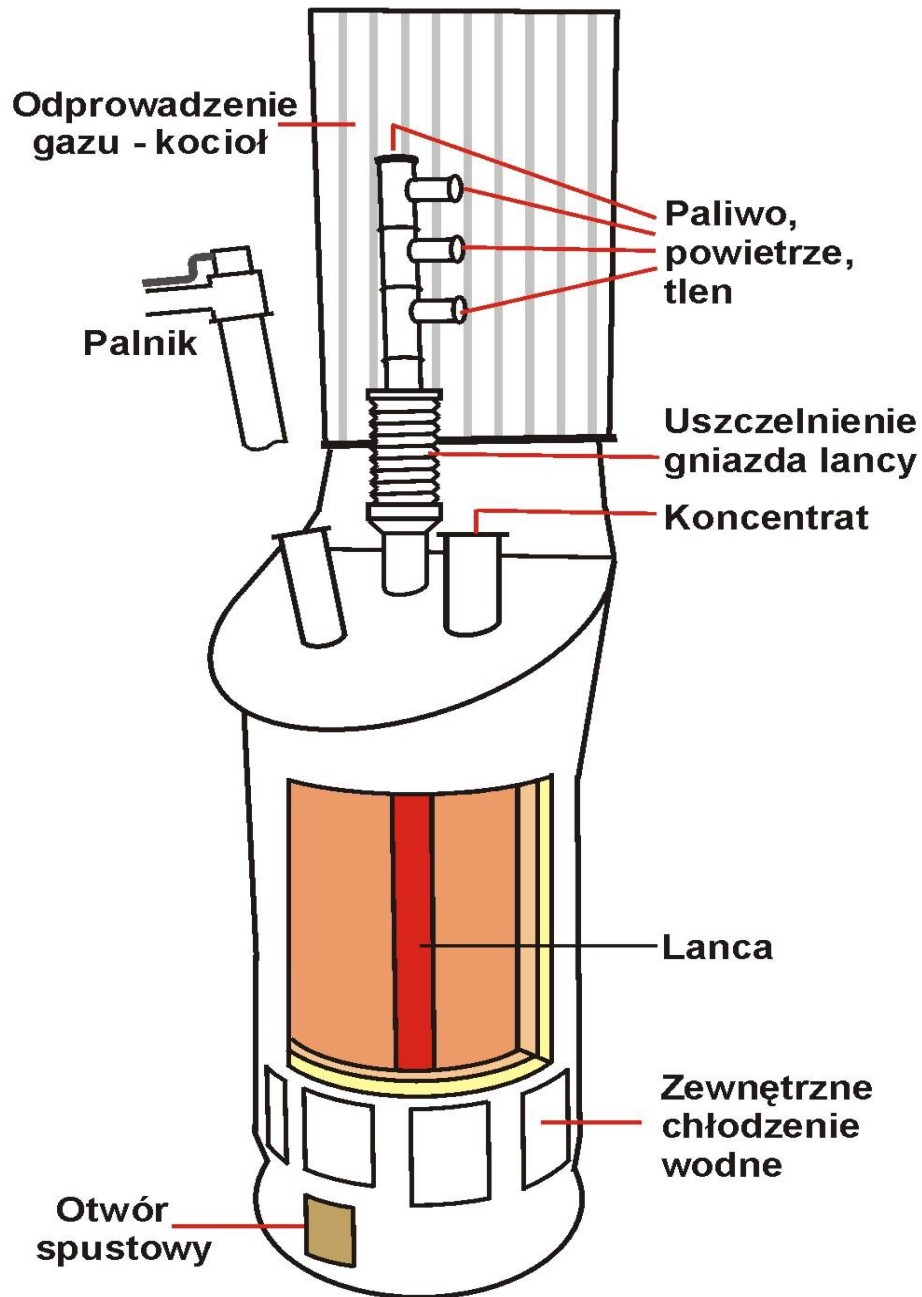
Spalanie paliwa następuje na końcu lancy i dostarcza ciepło dla procesu. Żużel jest doskonale mieszany gazami procesowymi.

W warstwie żużla ma miejsce topienie i pierwotne utlenianie surowców. Intensywne mieszanie wpływa na dużą szybkość reakcji.

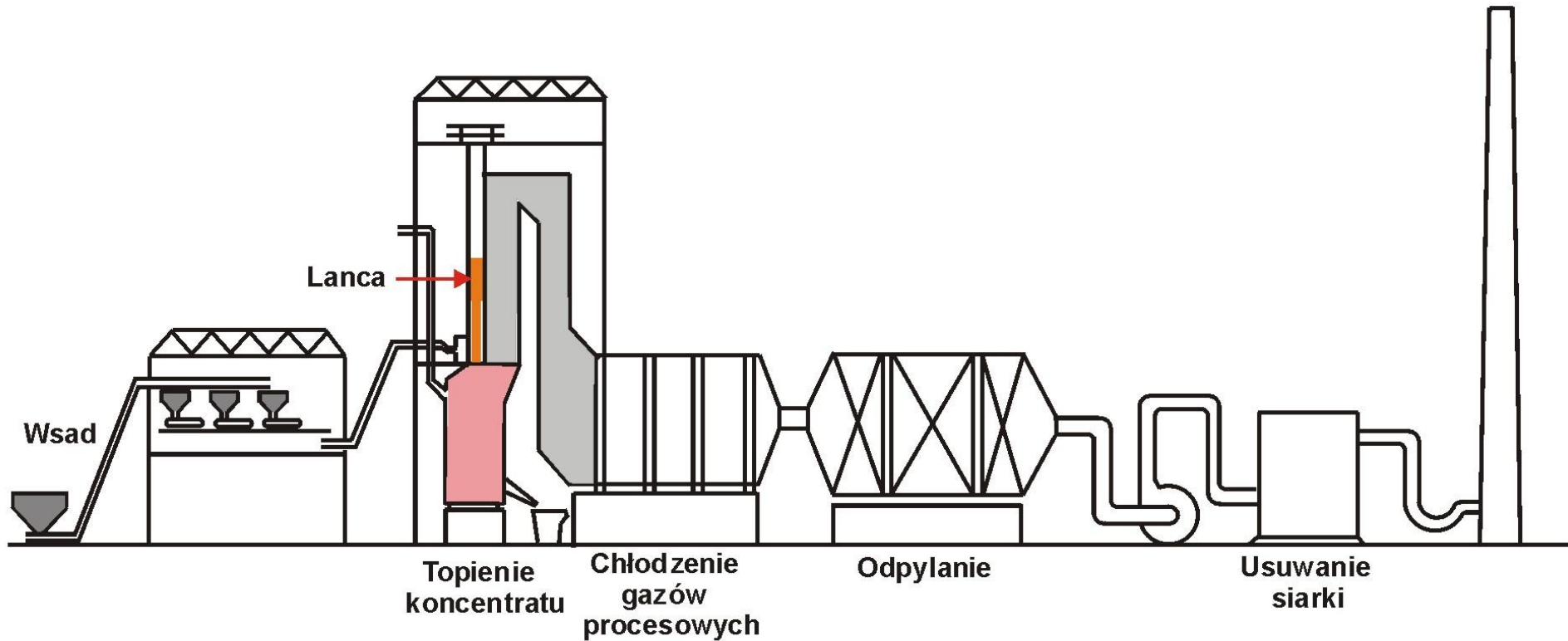
Zewnętrzna rura lancy posiada specjalne wewnętrzne skrzydełka dla spowodowania ruchu wirowego gazu.

Turbulentny przepływ gazu w zewnętrznej rurze lancy chłodzi ją na tyle, że tworzy się na niej ochronna warstwa skrzepłego żużla.

Piec Ausmelt



Schemat zakładu z piecem Ausmelt



Lanca jest bardzo trwała, nie zużywa się z wyjątkiem końcówki, która jest wymieniana.

Koncentrat wraz z reduktorem węglowym ładowany jest przez rury w pokrywie pieca. Rozdrobniony materiał może być bezpośrednio wdmuchiwany do ciekłego żużla, aby uniknąć porywania przez gazy odlotowe.

Piec może pracować w dużym przedziale warunków, od silnie utleniających do silnie redukcyjnych.

Korpus pieca jest cylindryczny. Szczelny układ pracuje w zasadzie przy niewielkim podciśnieniu. Wewnątrz wyłożony materiałem ogniotrwałym, z zewnątrz chłodzony wodą.

Produktem pieca jest spieniona mieszanina kamienia i żużla, która ulega rozdziałowi w piecu odstojowym. Spust jest ciągły w układzie przelewowym.

Żużel odpadowy zawiera poniżej 0.25 % Ni.

Ilość siarki w kamieniu zależy od zawartości metali szlachetnych. Dla ich odzysku lepszy jest kamień o wyższej zawartości siarki.

Piec Ausmelt może także służyć do konwertorowania kamienia niklowego (po procesie rozdziału od miedziowego, jeżeli to konieczne), przy czym produktem jest kamień zawierający 70% Ni. Jest on następnie poddany elektrolizie.

Zalety procesu Ausmelt

Duża wydajność procesu z jednostki objętości agregatu – piec Ausmelt jest stosunkowo małych rozmiarów.

Bardzo duża uniwersalność - obecnie pracuje na świecie ok. 40 instalacji, także do produkcji miedzi, cynku, ołowiu, cyny, a także przerobu odpadów metalicznych.

Stosunkowo niski koszt instalacji i niskie zużycie energii.

Szczelność – niska emisja gazów i pyłów.

W przypadku niklu można prowadzić 3 typy procesu:

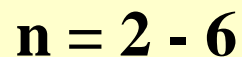
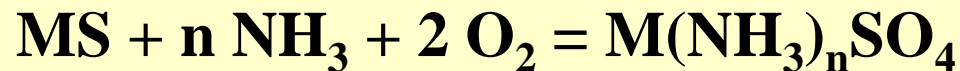
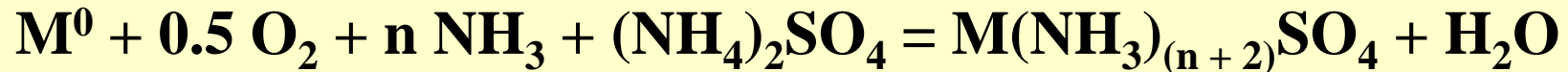
- Przeróbka siarczkowych rud niklu,**
- Przeróbka rud polimetalicznych,**
- Przeróbka odpadów Cu-Ni.**

Metoda ługowania amoniakalnego rud siarczkowych

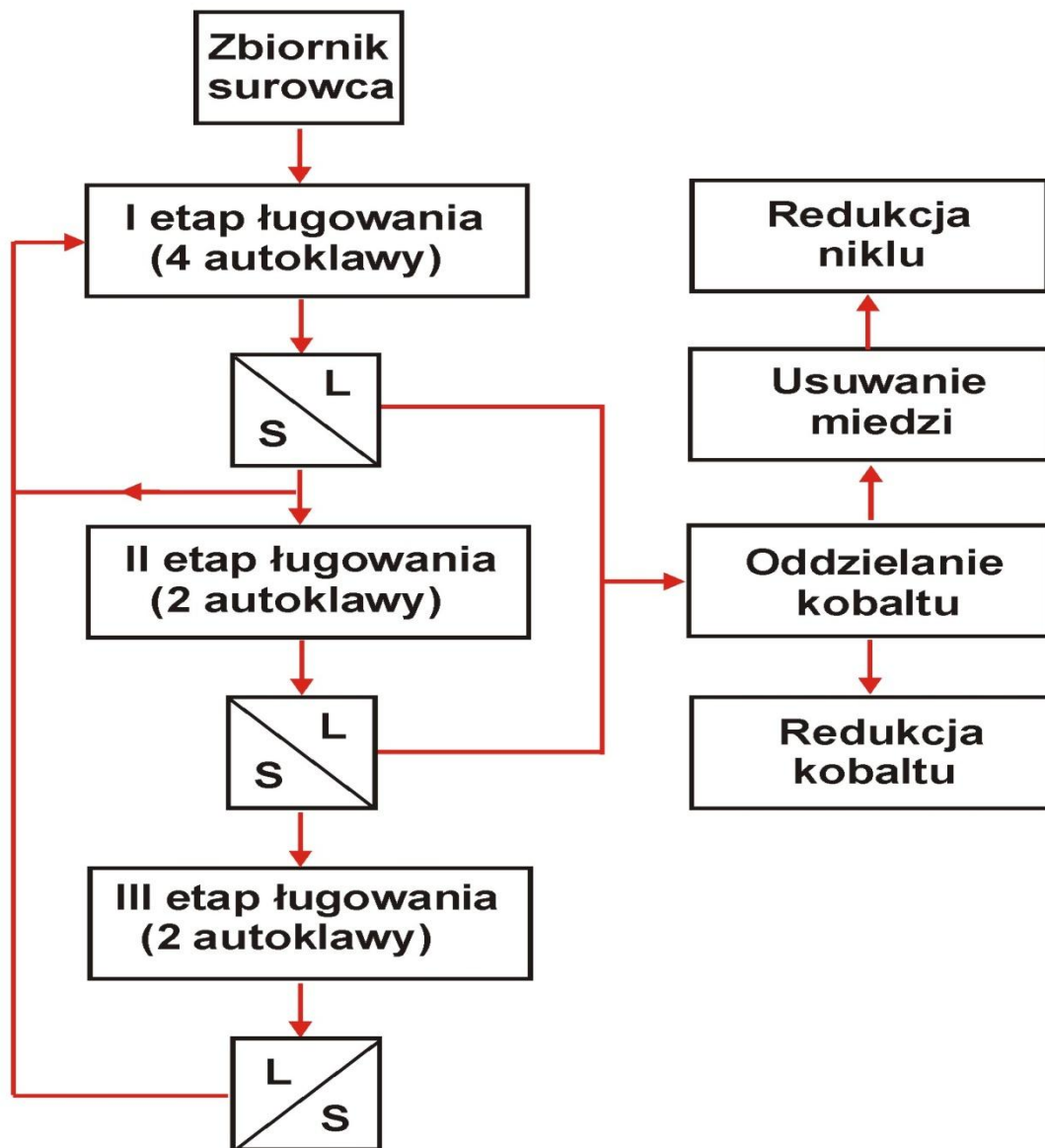
(Metoda Sherritt Gordon, zakłady Fort Saskatchewan, Alberta, obecnie stosowany także w Australii)

Koncentraty siarczkowe (ew. także zmielony kamień) mieszane są z roztworem amoniaku i przedmuchiwane sprężonym powietrzem w temperaturze powyżej 80 °C.

Miedź, kobalt i nikiel obecne w koncentracji tworzą rozpuszczalne kompleksy amonowe:



Roztwór zawierający kompleksy Cu, Co i Ni jest oddzielany.



**Schemat przeróbki
siarczkowych
koncentratów niklu
metodą ługowania
amoniakalnego**

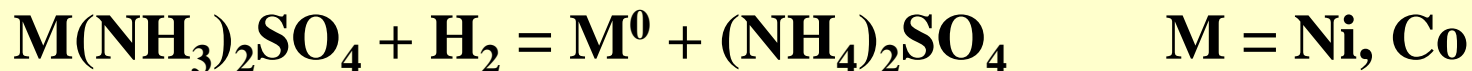
Ługowanie w pierwszym autoklawie:

Stężenie amoniaku 60 – 110 g/l,

Stężenie niklu w roztworze po ługowaniu 45 – 90 g/l.

Następnie wydzielana jest z roztworu miedź w postaci siarczku, przy użyciu siarkowodoru i zakwaszeniu roztworu (stosuje się czasem wysoką temperaturę – 110⁰ C do wstępnego usunięcia miedzi) .

Metaliczny nikiel w postaci proszku jest wytrącany z roztworu wodorem pod ciśnieniem 3.45 MPa i w temp. 200 ⁰C.



Roztwór pozbawiony niklu traktowany jest siarkowodorem, przez co kobalt wytrąca się w postaci siarczku.

Ługowanie tlenkowych rud niklu (PAL – *pressure acid leach*)

Ługowanie przy użyciu kwasu siarkowego. Proces jest prowadzony głównie w Australii, choć pierwsza instalacja powstała na Kubie (przed Castro).

Autoklawy (reaktory ciśnieniowe) o długości 30 m i 4 m średnicy, wykonane ze stali nierdzewnej i tytanu w stoczni łodzi podwodnych.

Wsad: zawiesina rudy i kwas siarkowy.

Temperatura ługowania 280 °C, ciśnienie 5.4 MPa.

Dalsza przeróbka roztworu siarczanu niklu:

a) Wydzielanie metali w postaci siarczków (proces Sherritt), powtórne rozpuszczanie ciśnieniowe przy użyciu tlenu, ekstrakcja i redukcja wodorem.

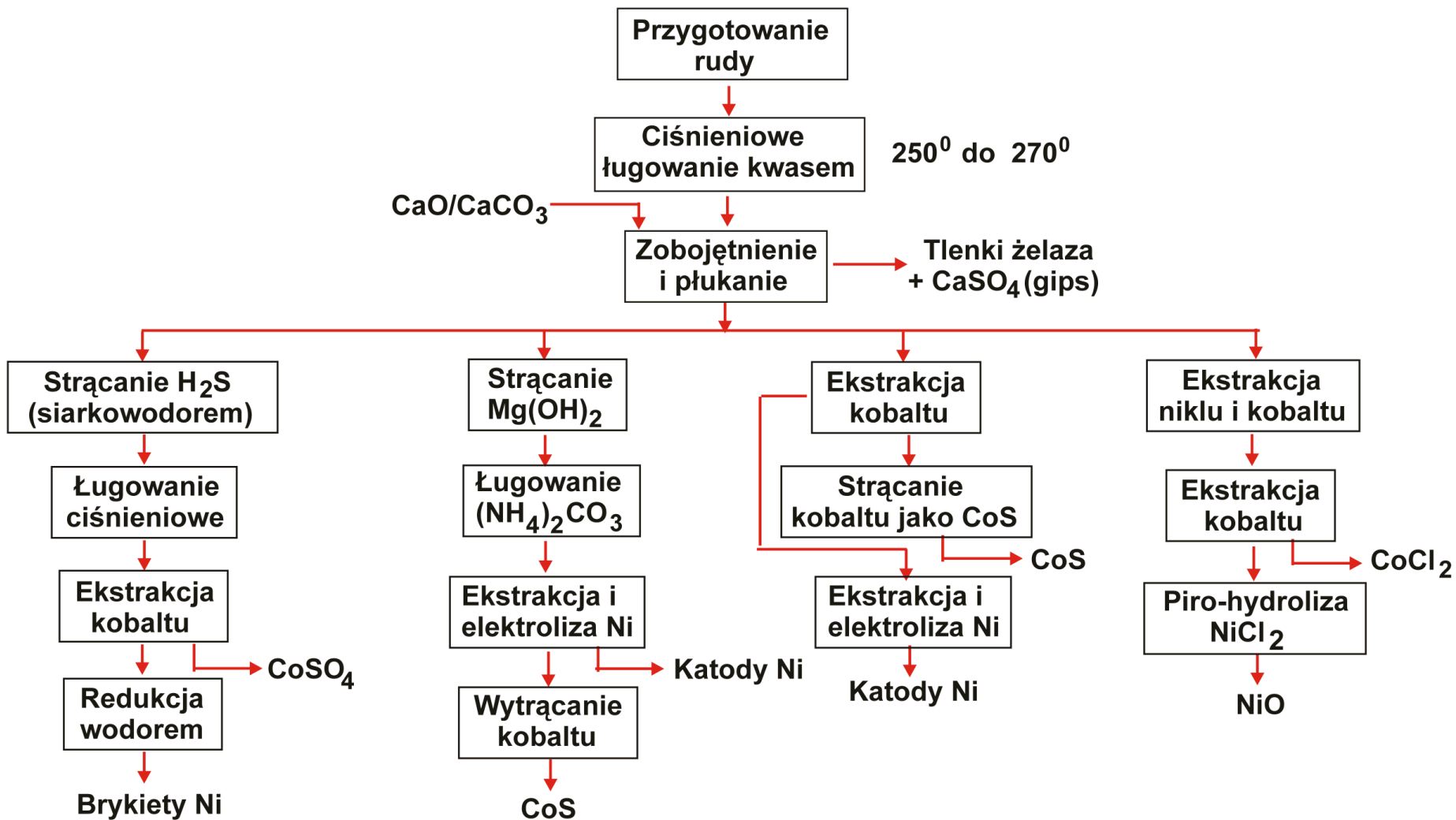
b) Bezpośrednia ekstrakcja a następnie elektrolityczne wydzielanie.

c) Wydzielenie kobaltu i niklu w postaci wodorotlenku (przez zobojętnienie roztworu), powtórne rozpuszczanie w amoniaku a następnie ekstrakcja i elektroliza.

Proces ługowania amoniakiem jest droższy niż przeróbka ogniowa siarczków, lecz odzyskuje się kobalt. Oprócz 1 Mg niklu produkuje się ok. 65 kg Co.

Rozdział kobaltu od niklu odbywa się na drodze ekstrakcji z roztworów wodnych.

Metallurgia Metali Nieżelaznych W. 6.



Wykorzystanie koncentratów niklowych do produkcji stali

Nikiel w zwykłym procesie dodawany jest do stali w postaci:

- rozdrobnionej (granulki, brykiety)**
- złomu**
- żelazo-niklu.**

Ze względu na wysoką cenę niklu wprowadza się do procesu stalowniczego rudę niklu jako uzupełniający surowiec.

Ruda laterytowa (do 3% niklu) może być dodawana do konwertora z kombinowanym dmuchem. 80% rudy przechodzi do żużla. Tlenkowe minerały niklu są redukowane przez węgiel zawarty w ciekłej stali oraz w żużlu (w postaci zawieszanej).

Żużle o wysokiej zasadowości nie wykorzystują swoich możliwości odsiarczania stali, stąd koncepcja wykorzystania koncentratów siarczkowych.

Metalurgia Metali Nieżelaznych W. 6.

Pochodzą one: z pośrednich etapów przerobu na drodze hydrometalurgicznej (koncentrat po flotacji) albo z ogniowego przerobu rud siarczkowych niklu.

Mogą zawierać 10 – 30% Ni, 35 – 40 % Fe, ok. 30 % S, do 1 % Cu, do 1% Co.

W tym przypadku praktykuje się zastosowanie dwóch agregatów, np. EAF oraz AOD lub VOD, w każdym przypadku z mieszaniem gazem obojętnym.

Własności kobaltu

Lśniący, srebrzysty metal ferromagnetyczny.

Należy do grupy metali przejściowych.

Temperatura topnienia 1495 °C.

Temperatura wrzenia 2927 °C.

Temperatura Curie 1131 °C.

Gęstość w 25°C – 8.9 Mg/m³.

Minerały kobaltu

Kobaltyt – CoAsS (występuje także w Europie Płn., rzadko wydobywany),

Glaukodyt – $(\text{Co,Fe})\text{As}_2\text{S}_4$

Smaltyt – $(\text{Co,Fe,Ni})\text{As}_2\text{S}_4$

Erytryt (czerwony kobalt) $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (Kanada, Maroko, Niemcy) – potencjalne źródło kobaltu i srebra.

Heterogenit $\text{CoO}(\text{OH})$ – produkt wietrzenia smaltytu.

Pentlandyt kobaltowy Co_9S_8 .

Podstawowe rudy kobaltu

1. Siarczkowe (Kongo, Zambia) . Mineral karrolit $\text{Cu}(\text{Co},\text{Ni})_2\text{S}_4$.

Przerabiane hydrometalurgicznie. Produkty: $\text{Co}(\text{OH})_3$ lub katody Co.

2. Tlenkowe rudy Co-Cu bez arsenu (Kongo). Mineral heterogenit $\text{CoO}(\text{OH})$.

Przerabiane przez bezpośrednie topienie. Produkty CoO , CoCO_3 .

3. Rudy siarczkowo-arsenowe (bogate rudy marokańskie). Mineral kobałtyt CuAsS .

Przerabiane przez separację magnetyczną i prażenie, potem hydrometalurgicznie. Produkty: $\text{Co}(\text{OH})$ lub proszek Co.

Podstawowe rudy kobaltu

4. Rudy laterytowe (ubogie w kobalt). Mineral CoO . Przeróbka: prażenie, ługowanie amoniakiem, wytrącanie Ni i Co w postaci węglanów albo siarczanów, lub też ługowanie ciśnieniowe.

Metalurgia Metali Nieżelaznych W. 6.

W Europie ok. 50 % kobaltu pochodzi z recyklingu. Przeszkodą jest długi czas użytkowania wyrobów zawierających kobalt.

W ciągu 25 lat (1980 – 2005) roczna produkcja kobaltu uległa podwojeniu i wynosi 52 000 Mg.

Największym producentem są obecnie Chiny (16 000 Mg rocznie), które bazują niemal wyłącznie na heterogenicie, importowanym z Demokratycznej Republiki Konga. Ta wysoka produkcja w Chinach dopiero od 2000 r.

Największe światowe wydobywanie: Kongo, Zambia, Australia, Kanada, Rosja.

Ostatnio produkcja kobaltu rosła w tempie ok. 10% rocznie.

Cena kobaltu zbliża się do 60 000 USD/Mg (4x droższy od niklu, ceny obu metali rosą).

Zastosowanie kobaltu

- **Nadstopy (ok. 21 % globalnego zużycia Co) na łopatki turbin silników lotniczych i turbin gazowych w rurociągach.**
- **Stopy odlewnicze o dużej twardości i odporności na ścieranie (tzw. stellyty) zawierają kobalt, wolfram, chrom i molibden (ok. 8%) . Mogą pracować do 950 °C .**
- **Narzędzia szybko tnące z węglików spiekanych, np. wolframu, wymagają materiału wiążącego o pewnych własnościach plastycznych. Tę rolę pełni kobalt (11 % zużycia).**
- **Zastosowanie kobaltu jako katalizatora (11%) bazuje na zmiennej wartościowości (Co^{2+} i Co^{3+}). Katalizatory $\text{Co/Mo/Al}_2\text{O}_3$ (podłoże) lub Co/Mo/ZrO_2 są używane do uwodorniania ropy naftowej lub w procesie Fischera -Tropscha produkcji paliw ciekłych z węgla (CO) i wodoru.**

Metalurgia Metali Nieżelaznych W. 6.

- Materiały magnetyczne (7 %). Kobalt jest ferromagnetykiem do temperatury 1100 °C.**
- Radioaktywny Co-60 jest ważnym źródłem promieni gamma (do niszczenia komórek rakowych lub jako znacznik w medycynie).**
- Bardzo duży wzrost zużycia kobaltu na elektrody w bateriach odnawialnych (akumulatorach). Obecnie 23 % globalnego zużycia kobaltu.**
- Składniki farb (9 %).**
- Materiały do produkcji opon (8 %).**
- Przewidywany dalszy silny wzrost zapotrzebowania na kobalt jako materiał na baterie w samochodach hybrydowych, jako katalizator i w nadstopach.**

Udział poszczególnych źródeł kobaltu

Siarczki Ni-(Cu-Co)	21 %
Lateryty Ni-(Co)	18 %
Siarczki Cu-(Co)	38 %
Siarczki Co-(As)	3 %
Materiały wtórne	20 %

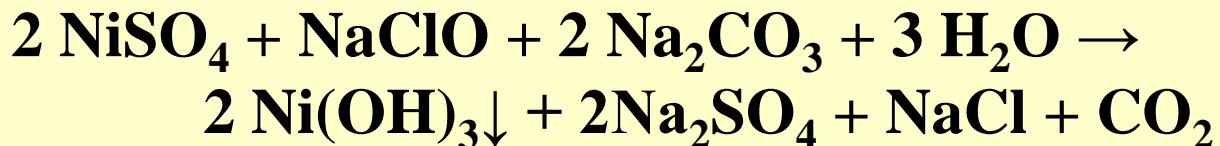
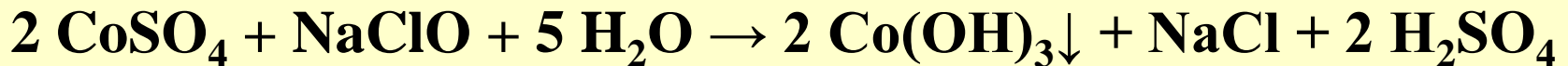
Produkcja kobaltu z odpadów produkcji niklu

Surowcem jest szlam z elektrolitycznego otrzymywania niklu o składzie: 8–10% Co, 28–34% Ni, 0.4–0.8% Cu, 5–6% Zn.

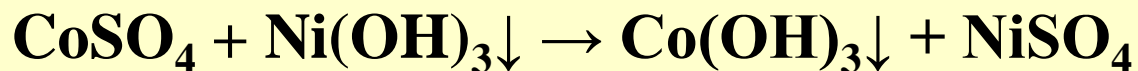
Kobalt i nikiel przeprowadzane są do roztworu za pomocą dwutlenku siarki (gaz) i w ten sposób oddzielone od żelaza i miedzi.

Roztwór zawiera 14 – 16 g/l Co, 45 – 65 g/l Ni, 0.4 – 0.8 g/l Cu i 3 – 5 g/l Zn.

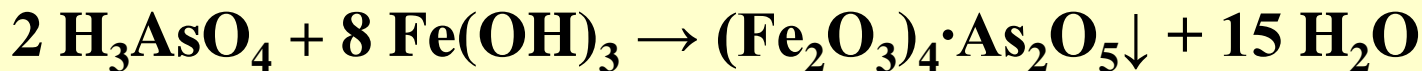
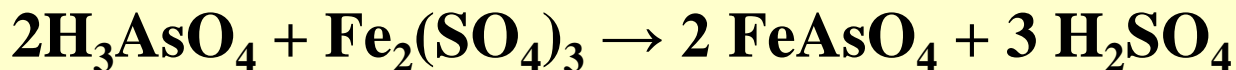
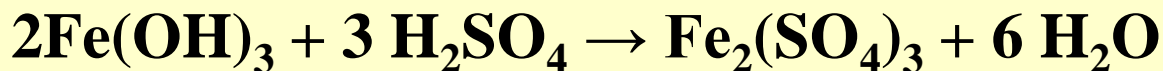
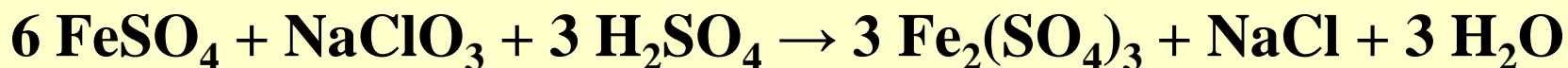
Jest on traktowany podchlorynem sodu NaClO dla wydzielenia kobaltu w postaci wodorotlenku.



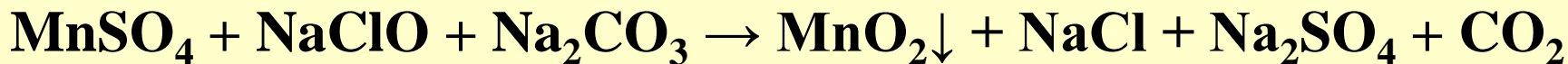
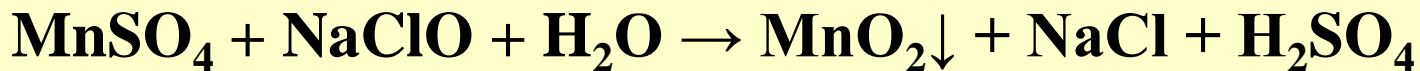
Metalurgia Metali Nieżelaznych W. 6.



Wcześniej roztwór jest oczyszczany od żelaza i arsenu:



Oczyszczanie od manganu:



Metallurgia Metali Nieżelaznych W. 6.

Oczyszczony wodorotlenek kobaltu jest prażony do uzyskania tlenku, który jest następnie redukowany.

Z metalu zawierającego >95% Co, <0.45% Ni, 0.05% Cu i <1% Zn odlewa się rozpuszczalne anody do elektrorafinacji.

Dla kobaltu $E_0 = - 0.28 \text{ V}$.

Mangan ($E_0 = - 2.37 \text{ V}$), cynk ($E_0 = - 1.66 \text{ V}$), i żelazo ($E_0 = - 0.36/-0.44 \text{ V}$) są mniej szlachetne niż kobalt i pozostają rozpuszczone w elektrolicie.

Nikiel ($E_0 = - 0.25 \text{ V}$) i ołów ($E_0 = - 0.25 \text{ V}$) również rozpuszczają się w elektrolicie.

Miedź ($E_0 = + 0.337 \text{ V}$) jest bardziej szlachetna niż kobalt, jednak rozpuszcza się na anodzie i jest cementowana przez kobalt.

$\text{Cu}^{2+} + \text{Co} \rightarrow \text{Cu} + \text{Co}^{2+}$ Miedź przechodzi do szlamu.

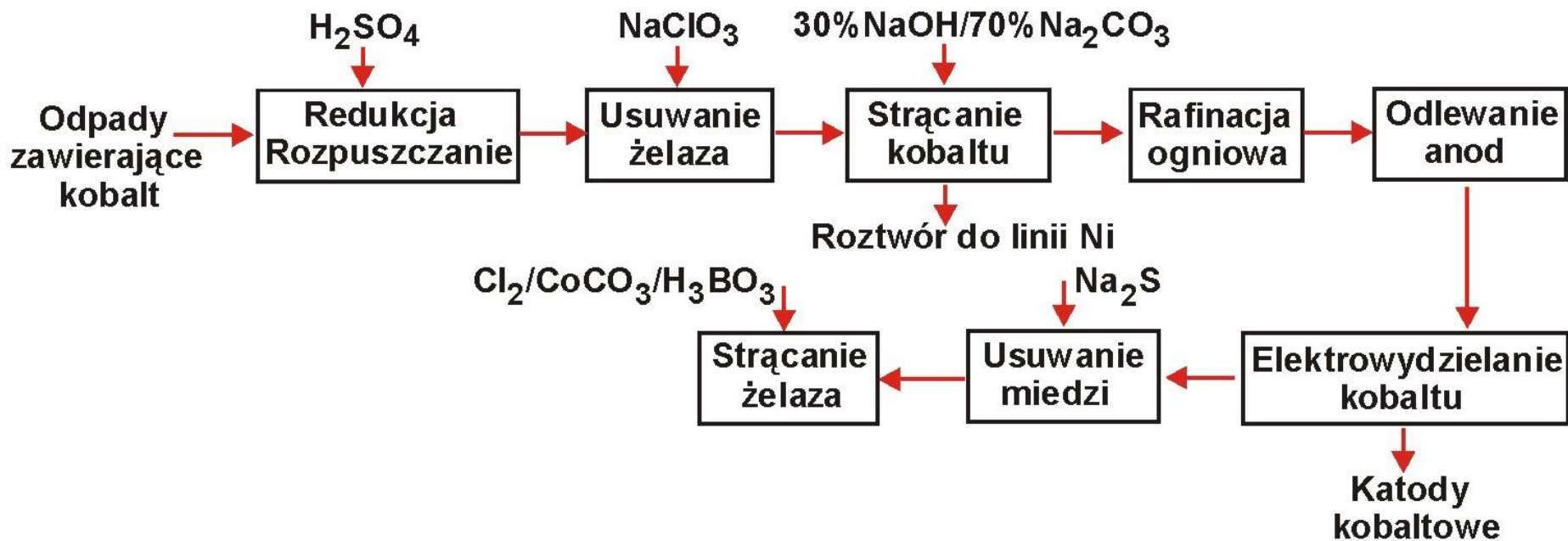
Produktem ostatecznym jest kobalt rafinowany 99.98%.

Proces prażenia jest kłopotliwy ze względów ochrony środowiska. Stąd kilka wariantów bez etapu prażenia.

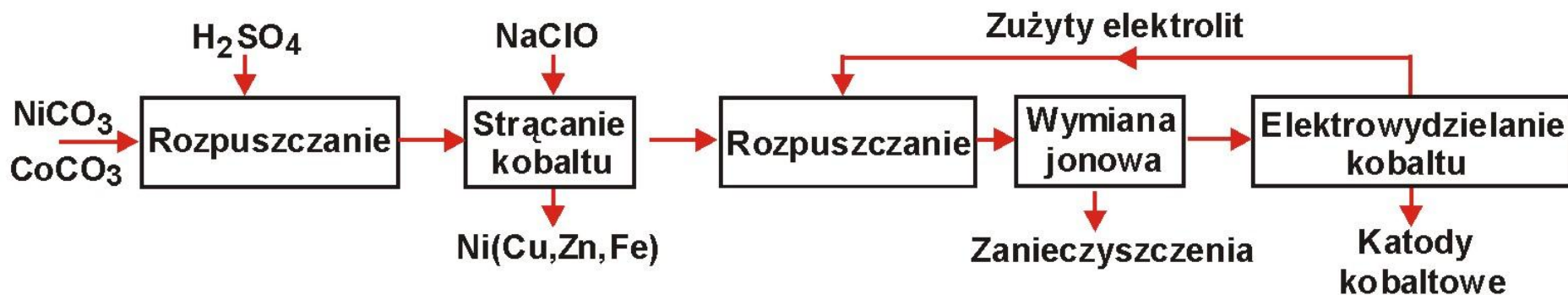
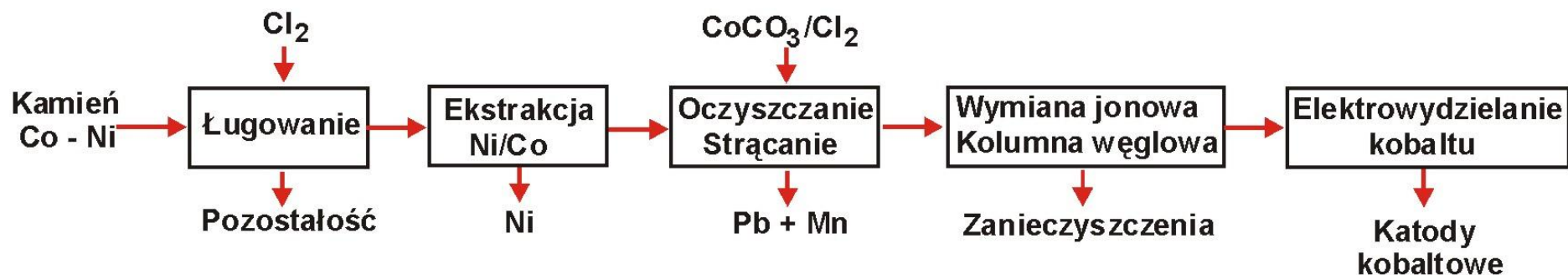
Proces elektrowydzielania kobaltu z roztworów wodnych jest wrażliwy na zanieczyszczenia elektrolitu Fe, Ni, Cu, Mn, Mg.

Dokładne oczyszczanie roztworów: ekstrakcja i wymiana jonowa. Wymieniacz jonowy (na ogół żywica) wymienia kationy metali na kationy wodorowe (hydronowe).

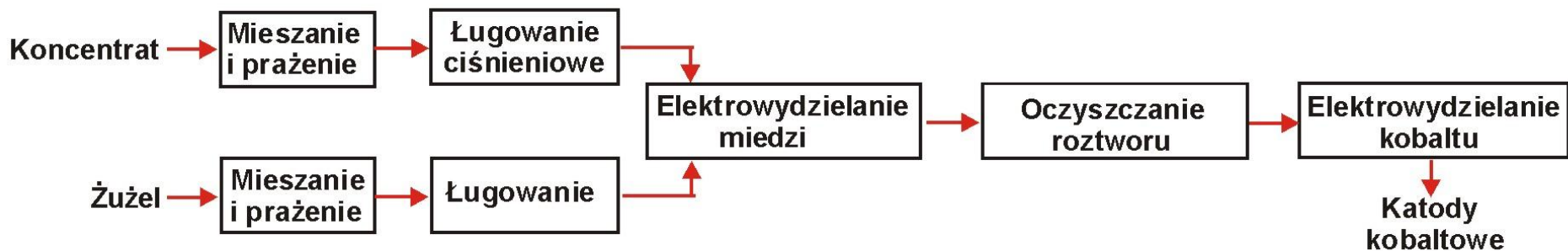
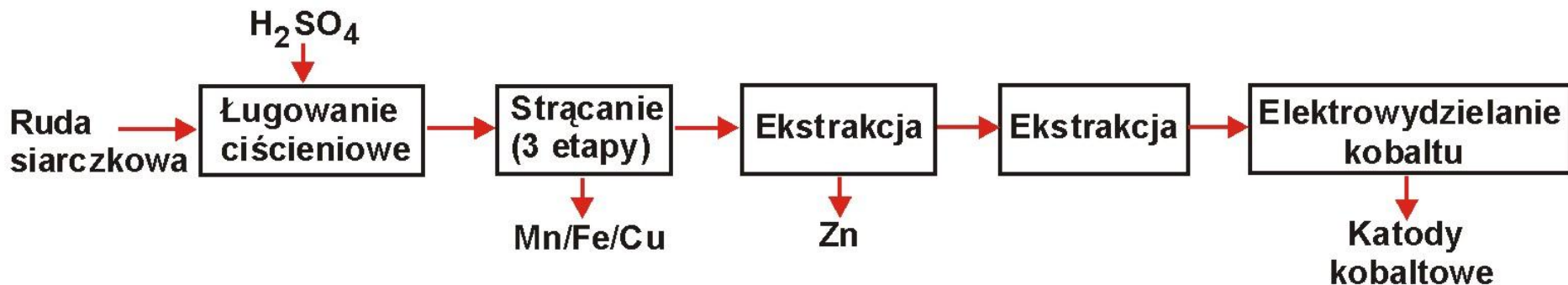
Podstawowy schemat otrzymywania kobaltu



Metallurgia Metali Nieżelaznych W. 6.



Metalurgia Metali Nieżelaznych W. 6.



Elektrowydzielanie kobaltu prowadzone jest z ,wodnych roztworów chlorkowych lub siarczanowych.

Reakcja katodowa: $\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Co}$

Reakcja anodowa:

$2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ (roztwór chlorkowy)

$\text{H}_2\text{O} \rightarrow 1/2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ (roztwór siarczanowy)

Z powodu wewnętrznych naprężeń osadzony kobalt ma tendencję do odpadania od katody. Jest on osadzany na 6 mm blasze ze stali nierdzewnej, także na bokach blachy.

Kobalt jest osadzany także w postaci niewielkich krążków oraz proszku.

Przy elektrolizie chlorkowym anoda jest osłonięta, aby zebrać chlor.