

11 Procesy do produkcji niklu i kobaltu

11.1 Stosowane procesy i techniki

Nikiel jest produkowany z rudy tlenkowej (lateryt i saprolit) lub rudy siarczkowej, około 60 % niklu pochodzi ze złóż siarczkowych a 40 % ze złóż tlenkowych. Istnieje kilka odmian procesów stosowanych do produkcji niklu z tych rud, a odmiany te zależą od gatunku koncentratu a także od innych metali obecnych w materiale [tm 94 Ni Expert Group, 1998 - Grupa Ekspertów ds. Niklu, 1998]

Kobalt występuje zwykle w rudach niklu i miedzi i jest odzyskiwany podczas ich produkcji. Rafinowanie odzyskiwanego produktu ubocznego zawierającego Co jest realizowane przez kombinację procesów, która zależy od składu koncentratu oraz fizycznych i chemicznych charakterystyk produktu końcowego. Źródłami kobaltu są również rudy arsenkowe kobaltu. Rudy te są prażone w celu usunięcia większości arsenu jako tlenku arsenu [tm 108, Ullmanns 1996]. Proces ten nie jest jednakże stosowany w UE.

Ruda	Typ	Ni%	Cu%	Co%
Murrin Murrin	Lateryt	1,25		0,08
Cawse	Lateryt	1		0,07
Cerro Matoso	Lateryt	2,89		
Selebi-Phikwe	Siarczek	0,65	0,75	0,06
Falconbridge, Sudbury	Siarczek	1,7	1,8	0,05
Falconbridge, Raglan	Siarczek	3,2	0,9	0,05
INCO, Copper Cliff	Siarczek	1,55	2	0,04
Outokumpu, Silver Swan	Siarczek	9,8		0,11
Mount Keith	Siarczek	0,6	0	0,01

Tabela 11.1: Skład niektórych rud

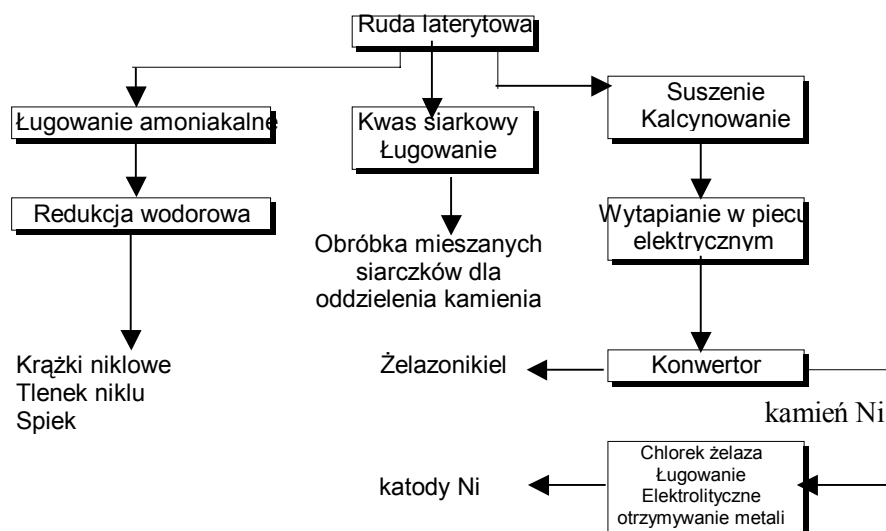
Wtórny nikiel i kobalt są zwykle zużywane bezpośrednio w postaci przetopionego złomu i innych zawracanych produktów najczęściej do produkcji żelazoniklu i stali nierdzewnej [tm 94, Ni Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Niklu 1998]. Inne materiały wtórne, takie jak katalizatory i pyły pofiltracyjne są odzyskiwane w procesach wytapiania, zazwyczaj w piecu żuźlowym.

Ponieważ te metale są tak ściśle skojarzone ze sobą, to ich procesy produkcyjne są opisywane razem tak dalece, jak to jest możliwe [tm 94, Ni Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Niklu 1998]

11.1.1 Rudy tlenkowe

W rudach laterytowych nikiel jest związany z tlenkiem żelaza lub związkami krzemionkowymi i trudno jest dokonać wzbogacenia celem otrzymania koncentratu. Może być stosowane wytapianie z tych rud w piecu elektrycznym ze źródłem węgla. Produkowany jest żelazonikiel, można też wytwarzać kamień nikłowy po dodaniu siarki.

Przed wytapianiem ruda jest zazwyczaj podgrzewana lub prażona w piecu obrotowym [tm 109, UNEP 1993 - Program Ochrony Środowiska ONZ 1993]. Następnie do wytapiania stosuje się zwykle piec elektryczny.



Rysunek 11.1: Ogólny schemat technologiczny dla produkcji nikielu z rudy laterytowej

Rudy saprolitowe mogą być topione z siarką tak, aby tlenek nikielu przekształcał się na kamień siarczku nikielu i żeby żelazo było usuwane jako żużel [tm 109, UNEP 1993 - Program Ochrony Środowiska ONZ 1993]. Kamień jest obrabiany w taki sam sposób, jak kamień produkowany z rud siarczkowych.

Wytapianie dla uzyskania żelazonikielu uzasadnia duży udział produkcji nikielu z rud laterytowych; procesy te są omawiane w rozdziale poświęconym żelazostopom. Ługowanie laterytu amoniakiem jest stosowane również do wyciągania nikielu [tm 20, HMIP (Inspektorat ds. Zanieczyszczeń Środowiska JKM) Ni 1993; tm 57, Outokumpu 1997; tm 96, Outokumpu 1998] i proces ten staje się coraz ważniejszy. Choć przemiana tlenku nikielu na zanieczyszczony nikiel a następnie na karbonyl nikielu, który jest lotny, jest stosowana do produkcji rafinowanego nikielu, to tlenek nikielu jest produkowany z topienia rudy siarczkowej. Rudy laterytowe mają maksymalną zawartość nikielu 3 % i dlatego nie są stosowane bezpośrednio w tym procesie.

Ługowanie ciśnieniowe laterytów za pomocą kwasu siarkowego jest zasadniczo prostym i bezpośrednim procesem. Temperatura, ciśnienie i inne parametry mogą się zmieniać w zależności od przypadku, dla osiągnięcia najlepszych możliwych warunków metalurgicznych zależnie od konkretnej rudy i produktów i od innych celów. Temperatura autoklawów do ługowania wynosi zazwyczaj pomiędzy 230 i 260 °C, a stosowane ciśnienia wynoszą do 43 bar. W procesie tym może być również stosowany tlen.

Powstały roztwór jest oczyszczany albo metodami nowoczesnej ekstrakcji rozpuszczalnikowej, albo klasycznymi metodami strącania. Na przykład siarczek wodoru jest stosowany do selektywnego strącania siarczków nikielu i kobaltu, które są wysyłane do dalszego odzyskiwania metalu. Roztwór może być zobojętniany tak, aby strącało się żelazo. Nikiel i kobalt są strącane i ponownie ługowane za pomocą amoniaku.

Ekstrakcja rozpuszczalnikowa jest stosowana do rozdzielania chlorków lub siarczków nikielu i kobaltu. Nikiel metaliczny może być produkowany elektrolitycznie, a kobalt może być strącany jako siarczek kobaltu. Alternatywnie nikiel i kobalt mogą być odzyskiwane jako proszki metali z zastosowaniem redukcji wodorowej.

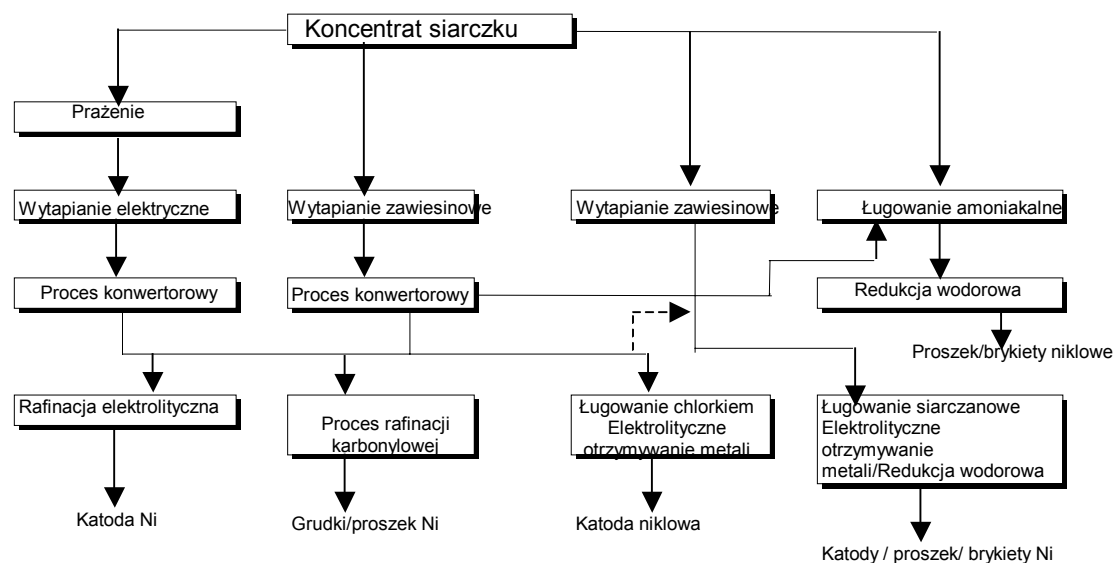
11.1.2 Rudy siarczkowe

Niklonośne rudy siarczkowe mogą być koncentrowane np. przez flotację dla podwyższenia zawartości niklu. Produkowane są koncentraty niklu, najczęściej zawierające 7-25 % Ni co ułatwia dalsze przetwarzanie. Koncentraty niklu są zazwyczaj topione w atmosferze utleniającej aby utleniać siarczki żelaza, co z innymi składnikami skały płonnej powoduje tworzenie żuźła żelazo-krzemianowego. W Europie stosowany jest piec zawieszinowy Outokumpu; gdzie indziej w świecie stosowane są piece zawieszinowe Outokumpu i INCO oraz piece elektryczne lub szybowe.

Nikiel jest otrzymywany w postaci kamienia siarczkowego, zawierającego 35-70 % Ni, Co i Cu. Kamień może być przetwarzany w konwertorze Pierce Smitha lub alternatywnie może on być granulowany lub schładzany powoli przed etapem odzysku hydrometalurgicznego [tm 142, Finland Ni 1999 – Finlandia Ni 1999]. Etap konwertorowy nie jest stosowany w Europie w czasie pisania tego dokumentu.

Ważnymi składnikami kamieni niklowych są kobalt, miedź i metale szlachetne. Żużel wytwarzany podczas wytopiania zawiera również odzyskiwany metal i jest obrabiany w piecu elektrycznym dla wytwarzania więcej kamienia niklowego. Kamień ten może być granulowany i obrabiany oddzielnie [tm 94, Ni Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Niklu 1998; Outokumpu 1998]. Materiały wtórne są niekiedy odzyskiwane w piecu elektrycznym.

Poniższy rysunek podaje przegląd opcji procesu.

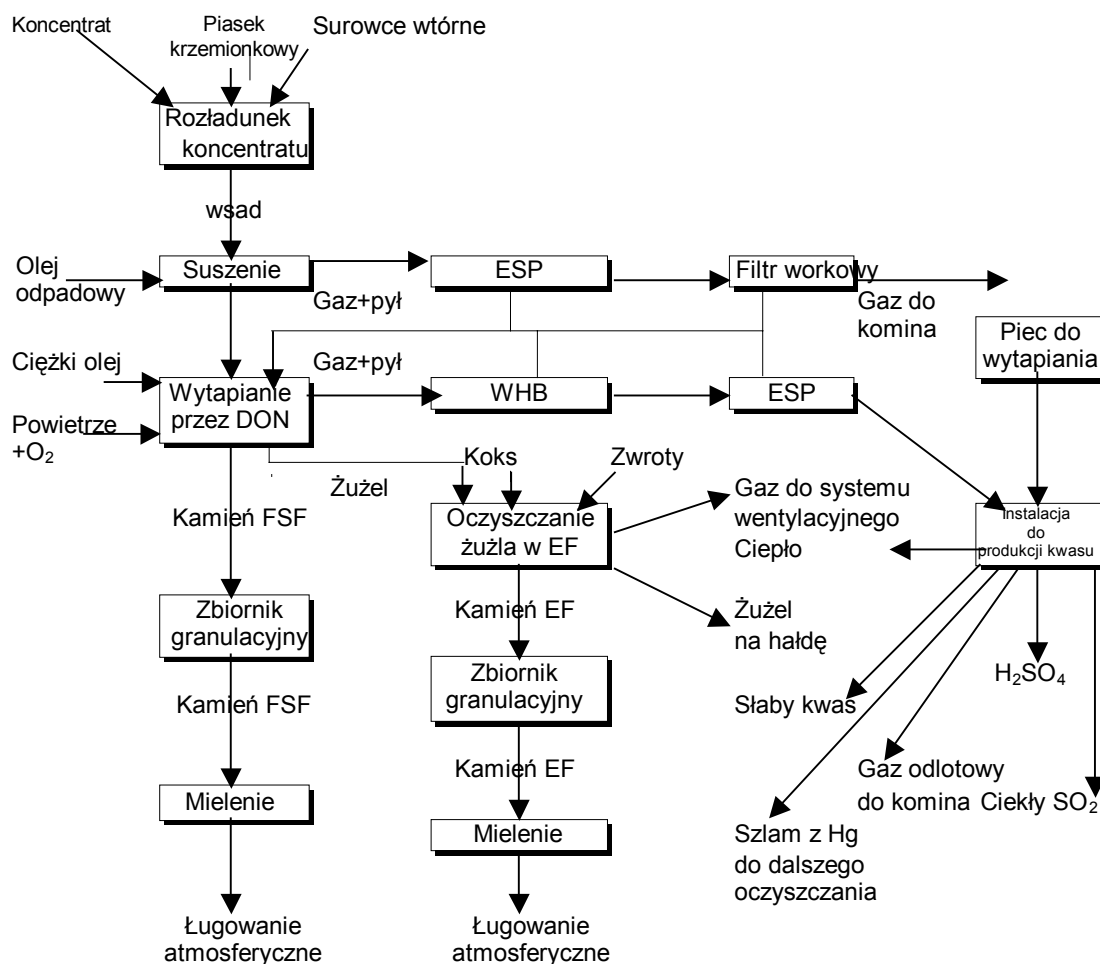


Rysunek 11.2: Ogólny schemat technologiczny dla produkcji niklu z koncentratów siarczkowych

11.1.2.1 Klasyczny proces wytopiania zawieszinowego

Klasyczne procesy wytopiania są stosowane do usuwania żelaza i innych składników skały płonnej z koncentratów siarczków dla produkcji kamienia niklowego. W Europie stosowany jest tylko piec do wytopiania zawieszinowego Outokumpu.

Na świecie jest jeszcze pięć innych zakładów, które stosują ten proces. Dwa z nich stosują zawieszinowy piec do wytopiania zaprojektowany przez Western Mining Corporation, gdzie piece do wytopiania i oczyszczania żuźła zostały zbudowane razem tworząc jedną większą jednostkę.

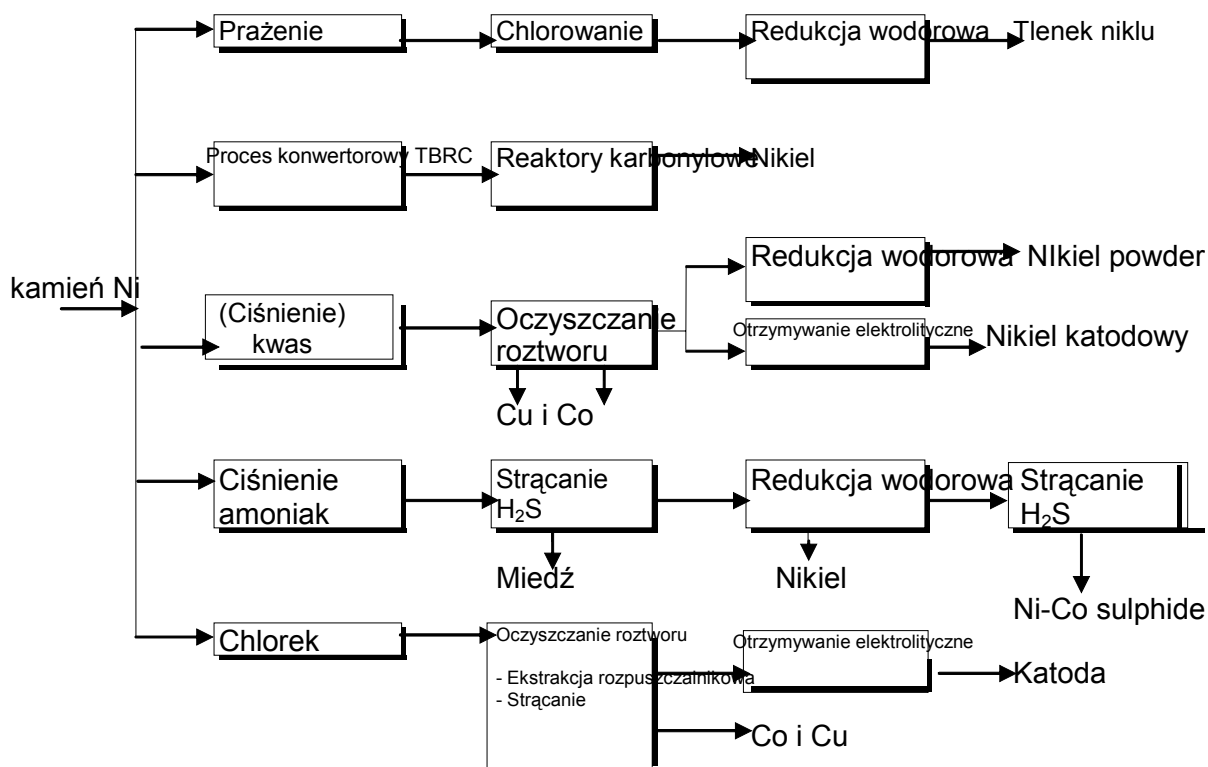


Rysunek 11.4: Proces DON

11.1.3 Proces rafinowania kamienia

Kamienie produkowane przez procesy wytapiania muszą być obrabiane dalej celem odzyskania i oczyszczenia metalu zawartego w kamieniach. Kamień niklowy musi przejść przez wielostopniowy proces rafinacji dla usunięcia żelaza i odzyskania miedzi, kobaltu i metali szlachetnych. Kamień może być obrabiany pirometalurgicznie, ale procesy hydrometalurgiczne są powszechniej stosowane. Wykonuje się różnorodne procesy elektrorafinacji, redukcji-ługowania i strącania. Nikiel jest odzyskiwany z oczyszczonych roztworów elektrolitycznie lub przez redukcję wodorową.

Następujący schemat technologiczny przedstawia ogólne przebiegi przetwarzania.

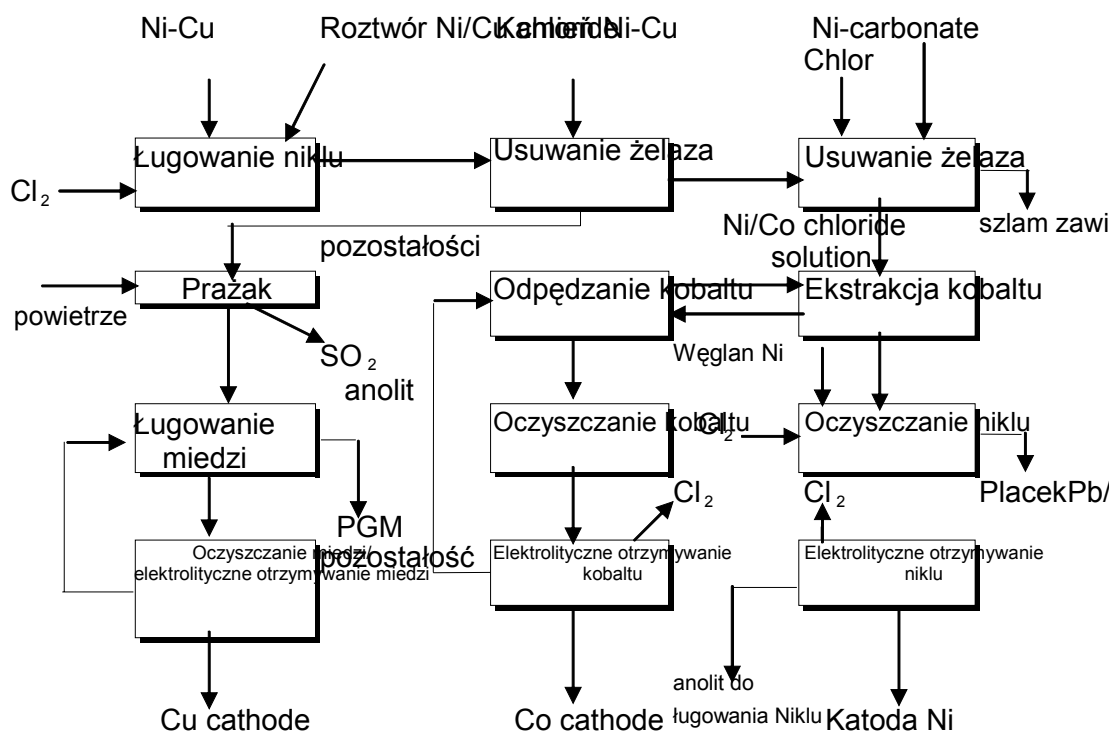


Rysunek 11.5: Ogólny schemat technologiczny dla procesów rafinacji kamienia niklowego

11.1.3.1 Ługowanie kamienia chlorkiem z późniejszym elektrolitycznym otrzymywaniem metalu

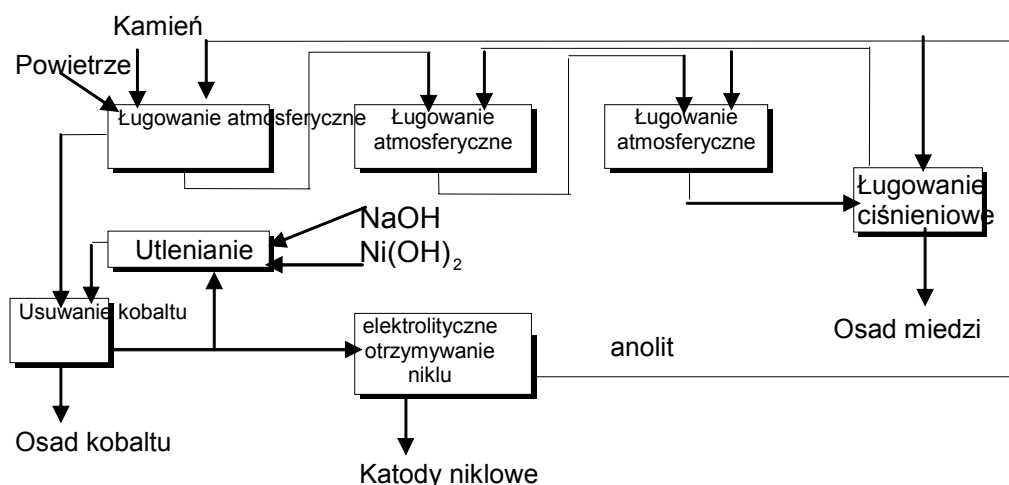
Kamień jest ługowany w roztworze chlorku w kilku etapach w wysokiej temperaturze i pod wysokim ciśnieniem z zastosowaniem chloru gazowego w charakterze środka utleniającego. Chlor gazowy jest generowany w elektrolizerach do otrzymywania metalu. Miedź jest strącana jako siarczek, a następnie żelazo i arsen strącane są jako wodorotlenki i arseniany, co daje w rezultacie oczyszczanie ługu. Siarczek miedzi jest prażony w piecu zawieszinowym a powstały produkt kalcynowany jest ługowany użytym elektrolitem miedzianym, następnie miedź jest pozyskiwana elektrolitycznie.

Kobalt jest usuwany przez ekstrakcję rozpuszczalnikową roztworu chlorkowego z zastosowaniem rozpuszczalnika organicznego, a następnie jest pozyskiwany elektrolitycznie. Później roztwór niklu jest oczyszczany dalej z zastosowaniem chloru do usuwania ołowiu i manganu, zaś nikiel jest pozyskiwany elektrolitycznie w elektrolizerach membranowych przy użyciu anod tytanowych. Elektrolizery są szczelnie zamknięte dla odzysku chloru wydzielającego się na anodzie.



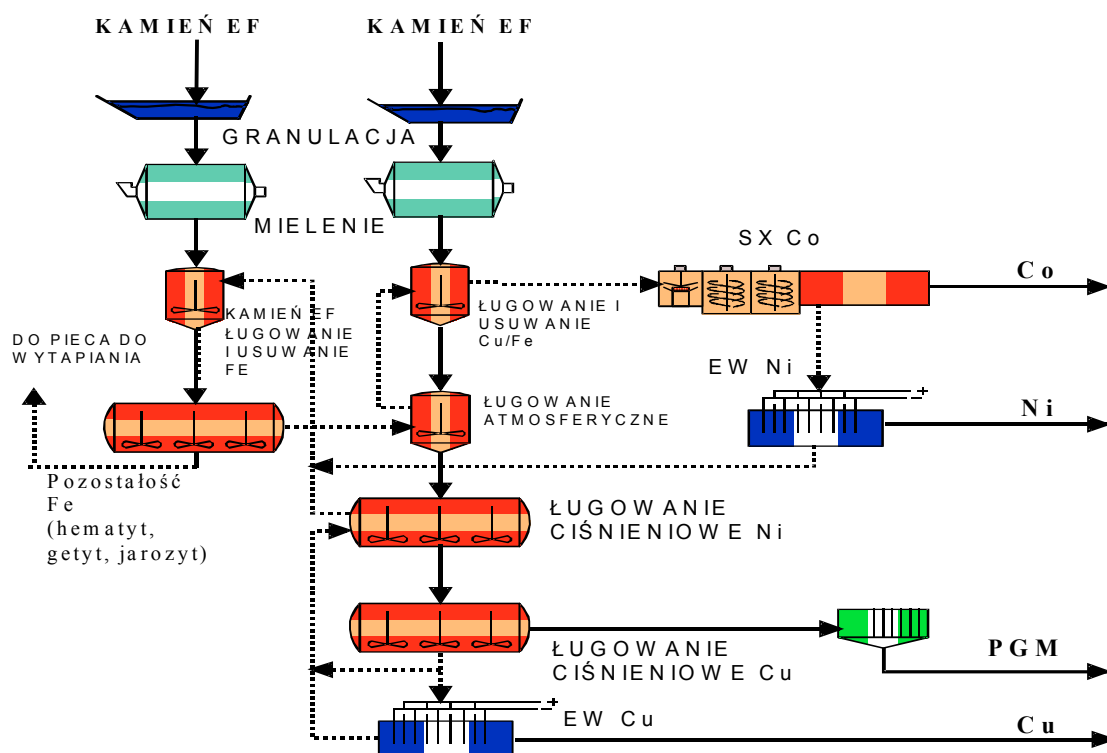
11.1.3.2 Atmosferyczne-ciśnieniowe ługowanie anolitu siarczanowego z późniejszym elektrolitycznym otrzymywaniem metalu /redukcją wodorową

Kamień jest ługowany w anodzie siarczanowej zawieranej z elektrolitycznego otrzymywania niklu [tm 58 & 59, Outokumpu 1997]. Kamień siarczku niklu jest ługowany w stopniu ługowania atmosferycznego z zastosowaniem natleniania lub napowietrzanych zbiorników do ługowania ze wspomaganiami w postaci jonów miedzi. Rozpuszczone żelazo jest utleniane tworząc tlenek żelaza, który się strąca.



Pozostałość z ługowania atmosferycznego jest podawana do stopnia ługowania ciśnieniowego, gdzie nikiel jest rozpuszczany, a miedź jest wytrącana jako siarczek miedzi, który jest zawracany do pieca wytapiania miedzi. Wytrącony osad tlenku żelaza jest zawracany do pieca do wytapiania niklu. Roztwór niklu z ługowania atmosferycznego jest oczyszczany przez ekstrakcję rozpuszczalnikową w celu usuwania kobaltu i zanieczyszczeń. Kobalt może być otrzymywany elektrolitycznie lub zredukowany na proszek kobaltowy za pomocą wodoru. Nikiel może być otrzymywany elektrolitycznie z oczyszczonego roztworu siarczanu do wytwarzania katod.

Proszek niklowy może być wytwarzany przez dodawanie do roztworu amoniaku i siarczynu amonowego. Mieszanka jest następnie redukowana w autoklawie z zastosowaniem atmosfery wodorowej. Proszek jest sprzedawany albo może być spiekany na brykiety. Obecny kwas siarkowy jest zobojętniany amoniakiem. Siarczan amonu jest odzyskiwany na sprzedaż lub do ponownego wykorzystania w procesie.



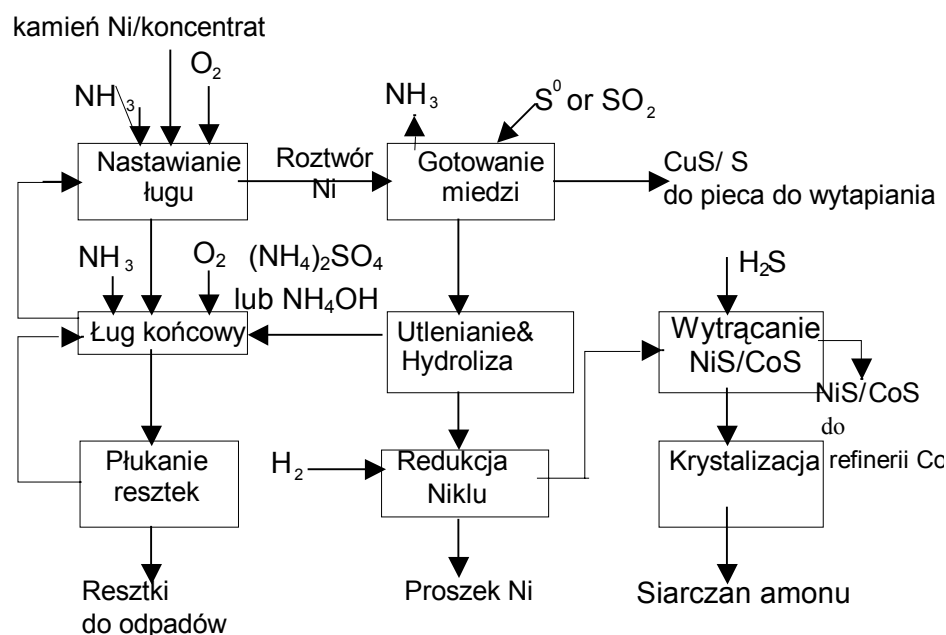
EF = piec elektryczny. FSF = piec zawieszinowy do wytopienia. EW = elektrolityczne otrzymywanie metalu.

Rysunek 11.8: Schemat technologiczny procesu rafinacyjnego DON

Proces ten został opracowany i wdrożony jako proces dwustrumieniowy umożliwiającą oddzielną obróbkę kamieni wytwarzanych w piecu do wytopienia i w piecu do oczyszczania żużla w procesie pokazanym wyżej.

11.1.3.3 Ługowanie ciśnieniowe amoniakiem i redukcja wodorowa

Kamień jest ługowany na amoniakalny roztwór siarczynu amonowego w autoklawach z zastosowaniem powietrza jako środka utleniającego. Po strąceniu siarczku miedzi roztwór niklu jest redukowany wodorem w autoklawach z wytworzeniem proszku niklu metalicznego. Siarczan amonu wytwarzany na etapie redukcji wodorowej jest odzyskiwany przez krystalizację. Po redukcji wodorowej reszta rozpuszczonego niklu i cały kobalt są wytrącane za pomocą siarczku wodoru dla dalszej obróbki. [tm 94, Ni Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Niklu 1998; tm 96, Outokumpu 1998].



Rysunek 11.9: Ługowanie amoniakalne Sherritta

11.1.3.4 Ługowanie chlorkiem żelaza

Kamień jest ługowany w kilku stopniach z użyciem zawracanego chlorku żelaza w obecności chloru (który jest generowany w elektrolizerach służących do otrzymywania metali) w temperaturze bliskiej temperaturze wrzenia. Siarka pozostaje w stanie pierwiastkowym i jest odfiltrowywana z roztworu końcowego. Następnie usuwane jest żelazo przez ekstrakcję rozpuszczalnikową z zastosowaniem fosforanu trójbutylowego umożliwiającego odzyskiwanie chlorku żelaza. Kobalt jest usuwany w dalszym stopniu ekstrakcji rozpuszczalnikowej przez trójzooktyloaminę. Roztwór chlorku kobaltu jest sprzedawany [tm 94, Ni Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Niklu 1998; tm 96, Outokumpu 1998].

Inne mniejsze zanieczyszczenia, takie jak Cr, Al, Pb są usuwane poprzez kombinację elektrolizy, wymiany jonowej i węgla aktywnego. Następnie nikiel jest otrzymywany elektrolitycznie z oczyszczonego roztworu w elektrolizerach membranowych przy użyciu anod tytanowych i katod niklowych. Chlor jest zbierany i zawracany do obrotu ługowania.

11.1.3.5 Proces karbonylowy

W niskociśnieniowym procesie karbonylowym stosowany jest zanieczyszczony tlenek produkowany przez topienie rudy siarczkowej jako surowca do rafinowania niklu. Ten tlenek jest redukowany do zanieczyszczonego metalu przy użyciu wodoru, a metal ulega uaktywnianiu. Wówczas tworzony jest karbonyl niklu przez reakcję metalu z tlenkiem węgla przy niskiej temperaturze i niskim ciśnieniu. Karbonyl niklu jest lotny i jest rafinowany przez rozdzielanie od zanieczyszczeń stałych. Pozostałości stałe są zawracane do dalszego przetwarzania do pierwotnego pieca do wytopienia dla odzysku innych obecnych metali [tm 20, HMIP (Inspektorat ds. Zanieczyszczeń Środowiska JKM) Ni 1993; tm 26, PARCOM 1996].

Gaz karbonylu niklu opuszcza reaktor i następnie jest rozkładany cieplnie tworząc proszki i grudki. Może być on również rozkładany na innych podłożach, takich jak włókna węglowe, tworząc materiały powlekane nikiem. Podczas rozkładu uwalniany jest tlenek węgla, który jest odzyskiwany

i ponownie wykorzystywany celem produkcji większej ilości karbonylu niklu. Czyste sole niklu są produkowane przez reakcję grudek niklu z kwasami. Gazy odlotowe z procesu są spopielaone w celu niszczenia całego karbonylu niklu i tlenku węgla. Pył z dopalacza jest usuwany.

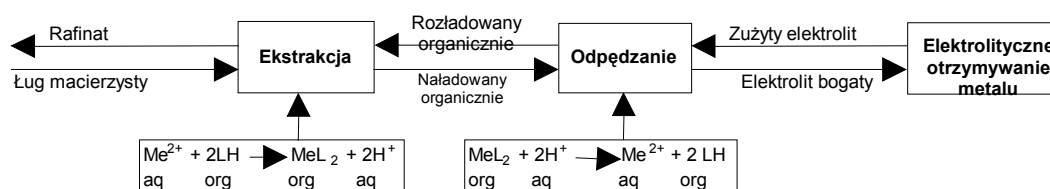
11.1.3.6 Elektrorefinacja kamienia

Z kamienia niklowego mogą być odlewane wlewki. Są one rozpuszczane w elektrolizerze membranowym przy użyciu elektrolitu chlorek/siarczan. Elektrolit z przestrzeni anodowej jest oczyszczany i przepuszczany przez worek katodowy. Anody są również oworkowane dla celu zbierania szlamu anodowego zawierającego siarkę. Ze szlamu odzyskiwana jest siarka elementarna i metale szlachetne. Ten proces jest ograniczony do kamieni, które mają niską zawartość miedzi. [tm 96, Outokumpu 1998].

11.1.3.7 Ekstrakcja rozpuszczalnikowa

Większość opisanych wyżej procesów stosuje etap ekstrakcji rozpuszczalnikowej do usuwania żelaza i do rozdzielania niklu i kobaltu przed elektrolitycznym otrzymaniem metalu lub przed transformacją. Tworzone są jony kompleksowe metalu przy zastosowaniu środków chelatowych tak, ażeby jony pożądanego metalu mogły być ekstrahowane do fazy organicznej. Następnie pożądane jony są z powrotem wciągane do drugiej fazy wodnej przez zmianę warunków drugiej fazy wodnej.

Wybór rozpuszczalnika i środka chelatowego (kompleksującego) umożliwia usuwanie jonów konkretnego metalu z roztworu wodnego i ich koncentrowanie. Mieszanina rozpuszczalnik/środek chelatowy podlega recyklingowi pomiędzy kąpielami ekstrakcyjnymi i elektrolitycznego otrzymania metalu. Kąpiele zawierają mieszalnik/odstojnik umożliwiający kontakt rozpuszczalnik/woda, a następnie rozdzielanie faz. Aby zapobiec emisji oparów rozpuszczalnika stosowane są uszczelnione lub zakryte systemy. Poniższy rysunek przedstawia ogólny szkic procesu.



Rysunek 11.10: Szkic procesu ekstrakcji rozpuszczalnikowej (SX)

11.1.4 Produkcja stopów niklu z materiałów wtórnych

Proces obejmuje przygotowanie surowców, topienie (łączenie ze spuszczeniem i odlewaniem), wyciąganie wlewków z wlewnic i ich wykańczanie, recykling złomu i „rafinację elektrożużlową” z produkcją około 7 000 t/rok.

Wsadem do procesu jest złom obiegowy (własny), złom kupowany i materiał pierwotny. Złom w postaci wiórów z toczenia, opilek z przecinania itd. jest oczyszczany celem usunięcia z niego oleju przez odwirowywanie i/lub odtłuszczenie. Składniki wsadowe są odważane do naczyń wsadowych tak, aby uzyskać pożądany skład stopu. Naczynia wsadowe są następnie transportowane do właściwego pieca.

Topienie w powietrzu jest wykonywane w piecu indukcyjnym, przy czym opary są wyciągane przez jeden lub dwa systemy wyciągowe wyposażone w filtry workowe. Metal wytapiany w powietrzu jest dalej rafinowany w rafinacyjnych piecach próżniowych. Próżnia jest wytwarzana przez strumienice parowe, a gazy ze strumienic są chłodzone z zastosowaniem skraplaczy natryskowych.

Stosowane są trzy techniki odlewania: odlewanie z góry, odlewanie syfonowe i odlewanie typu durville. Podczas odlewania stosowane są zasyпки odlewnicze i związki zapobiegające powstawaniu jamy usadowej. Kadzie stosowane do odlewania są podgrzewane palnikami gazowymi.

Indukcyjne topienie próżniowe (VIM) jest wykonywane w piecu o pojemności 7,5 tony. Odlewanie z pieca jest wykonywane albo w próżni albo w atmosferze argonu.

Przeprowadza się rafinację łukiem próżniowym (VAR), produkując lite wlewki w próżni.

Żużel jest rafinowany w piecu elektrycznym.

Z odlanych wlewków usuwane są resztki materiału ogniotrwałego itd. Odpady stałe z procesów odlewania, materiały ogniotrwałe z odlewania/kadzi, żużle itd. są zbierane dla odzysku zawartych w nich resztek metalu. Oczyszczone zewnętrznie wlewki mogą być następnie poddawane różnym procesom: obróbce maszynowej, przecinaniu, szlifowaniu i śrutowaniu. Złom z tych procesów w postaci pyłu, opilek i wiórow jest zbierany dla ponownego przetwarzania lub na sprzedaż.

11.1.5 Redukcja kobaltu

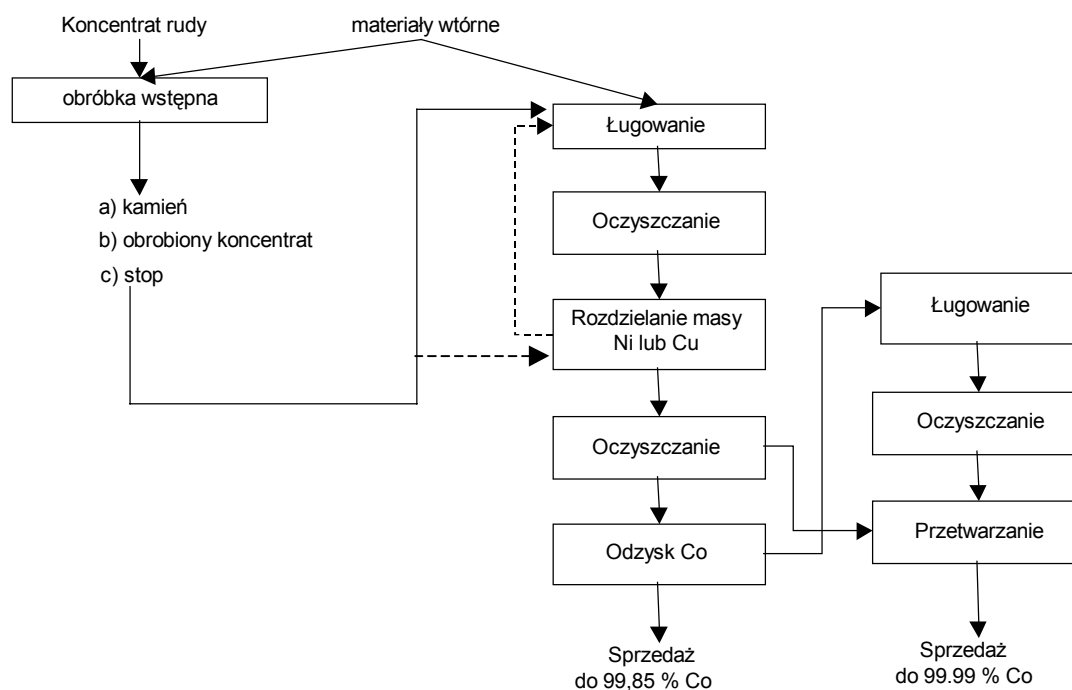
Kobalt jest produkowany podczas odzysku niklu po rozdzieleniu za pomocą ekstrakcji rozpuszczalnikowej (SX), co jest opisane wyżej. Kobalt może być otrzymywany elektrolitycznie z roztworu przez wytwarzanie możliwych do sprzedaży katod, przy użyciu elektrolizerów membranowych w taki sam sposób, jak w przypadku niklu.

Kobalt może być również odzyskiwany z roztworu w postaci proszku z zastosowaniem redukcji wodorowej. Alternatywnie z roztworu można wytrącać zanieczyszczony produkt uboczny kobaltu dla dalszej rafinacji lub do sprzedaży.

Dalsza rafinacja tych lub innych produktów ubocznych, materiałów pośrednich i zawracanych, zawierających kobalt, jest wykonywana przy zastosowaniu ługowania atmosferycznego i ciśnieniowego z użyciem tlenu, w kwasie siarkowym lub kwasie solnym. Stosowane jest również rozdzielanie poprzez wodorotlenki, węglany i kompleksy aminowe lub amonowe. [tm 108, Ullmanns 1996].

Do oczyszczania roztworów stosowane są techniki strącania, ekstrakcji rozpuszczalnikowej i wymiany jonowej. Wówczas kobalt jest odzyskiwany w postaci proszku metalu, tlenku metalu lub soli. Produkowane są wyroby z szeroką gamą bardzo specyficznych charakterystyk fizycznych i chemicznych. W zależności od wymaganego uziarnienia lub innych wymaganych charakterystyk stosowane są techniki pirolizy karboksylatów, wysokotemperaturowa redukcja tlenków, strącanie i krystalizowanie. [tm 108, Ullmanns 1996].

Procesy te są poufne i mają charakter bardzo specyficzny dla konkretnego miejsca.



Rysunek 11.11: Ogólny schemat technologiczny przedstawiający możliwe etapy procesu do produkcji kobaltu.

11.2 Aktualne poziomy emisji i zużycia

Pewne dane emisji i zużycia dla procesów rudy siarczkowej działających na świecie są przedstawione niżej.

Huta	Jednostki Technologiczne	Wydajność t/h	Roczna produkcja. t/a	Wzbogacenie tlenem %	Moc gazu SO ₂ %	SO ₂ Emisja
Selebi-Phikve, Botswana	Suchy natrysk, piec zawieszinowy (FSF) OK, 3 PSC, elektryczne oczyszczanie żużlu, whb i 2 EP	100	46000 Kamień	24.5		
Nadezhda, Norilsk, Rosja	Suchy natrysk, OK FSF, PSC, piec do oczyszczania żużlu, whb, 3 EP, produkcja siarki.	170 – 180		45 – 55		
Kalgoorlie, Australia	Zmodyfikowany OK FSF, 3 PSC, whb, EP, instalacja kwasu	110	100000 Kamień	35 – 40		35000 t/r 350 kg/t
Jinchuan, Chiny	Suszarka obrotowa, zmodyfik. OK FSF, WHB, EP, instalacja kwasu	~ 45	21000 Ni	44 – 46		
Harajvalta, Finlandia	Suszarka obrotowa, OK FSF, DON proces, WHP, EP, instalacja kwasu	40	30000 Ni	70 – 92	19	18 kg/t
Fortaleza,	Suszarka parowa, OK	~ 20	19000	60 – 70		

Brazylia	FSF, proces DON, gaszenie, instalacja kwasu		Kamień			
Copper Cliff, Ontario, Kanada	Suszarka ze złożem zawieszinowym, INCO FSF, 6 PSC, instalacja Cu, instalacja kwasu i instalacja SO ₂	~ 150	127000 Ni	100	10 – 11	230000 t/r 1000 kg/t
Sudbury, Ontario, Kanada	Prażak FB, Piec elektryczny, 3 PSC, Konwertyor żużlu PS, chłodnia natryskowa, 3 EP, instalacja kwasu	n.a.	45000 Ni		6 - 9	50000 t/r 500 kg/t
Thompson, Kanada	Prażak FB, piec elektryczny, 3 PSC	n.a.	81600 Ni			
Pechenganick elRosja	Wytapianie elektryczne, proces konwertyorowy, elektryczne oczyszczanie żużlu	n.a.	n.a.			
<p>Uwaga: FB = Złoże zawieszinowe. OK = Outokumpu. PSC = Konwertyor Pierce – Smitha. EP = Filtr elektrostatyczny. DON = Bezpośredni proces niklowy Outokumpu. whb = kocioł odzysknicowy. Instalacja kwasu obejmuje instalację kwasu siarkowego łącznie z chłodzeniem i oczyszczaniem gazu. n.a. = brak danych.</p>						

Tabela 11.2: Przykład danych wejścia i wyjścia dla światowej produkcji niklu

11.2.1 Zużycie energii

Podaje się, że zużycie energii na produkcję kamienia z rud siarczkowych mieści się w zakresie 25 do 65 GJ na tonę niklu dla rud zawierających 4 do 15 % Ni. Podaje się również, że energia zużywana na różnych etapach rafinacji wynosi 17 do 20 GJ/tonę niklu.

11.2.2 Emisje do powietrza

Potencjalnymi emisjami do powietrza, z produkcji niklu i kobaltu są:

- dwutlenek siarki (SO₂) i inne kwaśne gazy;
- tlenki azotu (NO_x) i inne związki azotu;
- metale i ich związki łącznie z As;
- pył;
- chlor;
- lotne związki organiczne (VOC) i zapachy;
- CO i karbonyle (poziomy alarmowe nastawione na 80 ppb).

Znaczenie możliwych substancji emitowanych z głównych źródeł jest podane w następującej tabeli i jest omawiane dalej w tym rozdziale:

Składnik	Prażenie lub wytapianie	Ługowanie i oczyszczanie	Elektroliza	Ekstrakcja rozpuszczalnikowa	Instalacja kwasu siarkowego
Dwutlenek i trójtlenek siarki *. HCl	***	•	•	•	•••

Lotne związki organiczne (VOC) (łącznie z CO i zapachami)	•	•		••	
Chlor		••	••		
Tlenki azotu	•*				•
Pył i metale	•••*	•	•		
<p>Uwaga * Bezpośrednie emisje z etapów prażenia lub wytapiania rud siarczkowych są oczyszczane i/lub przekształcane w stopniach oczyszczania gazu i instalacji kwasu siarkowego; pozostające emisje dwutlenku siarki i tlenków azotu z instalacji kwasu siarkowego są nadal istotne. Istotne są również emisje niezorganizowane lub nie wylapywane z tych źródeł.</p> <p>••• Bardziej znaczące.....• mniej znaczące</p>					

Tabela 11.3: Znaczenie potencjalnych emisji do powietrza z produkcji kobaltu i niklu

Źródłami emisji z procesu są:

- prażenie;
- inna obróbka wstępna;
- wytapianie, proces konwertorowy i obróbka żużlu;
- ługowanie i oczyszczanie;
- ekstrakcja rozpuszczalnikowa;
- elektroliza;
- końcowy odzysk lub etap przemiany;
- instalacja kwasu siarkowego;

11.2.2.1 Dwutlenek siarki i inne gazy kwaśne

Głównymi źródłami emisji dwutlenku siarki są emisje niezorganizowane z prażaka lub pieca do wytapiania. Znaczące są niewylapywane emisje z etapów przekazywania kadzi i dmuchania w konwertorze oraz bezpośrednio emisje z instalacji kwasu siarkowego. Dobre wyciąganie i uszczelnienie pieców zapobiega emisjom niezorganizowanym; zbierane gazy przepływają do instalacji oczyszczania gazów a następnie do instalacji kwasu siarkowego. Gazy ze stopni konwertora są znaczącym źródłem emisji i ten aspekt jest omawiany w rozdziale 3 dotyczącym miedzi i jej stopów.

Po oczyszczeniu dwutlenek siarki zawarty w gazie z etapów prażenia jest przekształcany na trójtlenek siarki (SO_3) ze sprawnością pomiędzy 95 do 99,8 % zależnie od stosowanej instalacji kwasu siarkowego (pojedyncza lub podwójna absorpcja) i od stężenia dwutlenku siarki w doprowadzanym gazie. Stężenia SO_2 w gazie odlotowym wynoszą od 200 – 1300 mg/Nm³. Podczas uruchamiania i zatrzymywania instalacji mogą zaistnieć sytuacje, kiedy gazy o niskiej zawartości SO_2 (gazy słabe) są emitowane bez przemiany SO_2 na kwas siarkowy. Takie zdarzenia muszą być zidentyfikowane dla poszczególnych instalacji; wiele firm dokonało istotnych usprawnień w zakresie sterowania procesu dla zapobiegania tym emisjom lub w celu ich redukcji.

Podczas elektrolizy występują emisje aerozoli (rozcieńczone kwasy solny i siarkowy oraz sole metali) do elektrolizerni. Emisje te opuszczają elektrolizernię przez (naturalną) wentylację lub przez chłodnie kominowe i są zaklasyfikowane do emisji niezorganizowanych. Elektrolizery mogą być pokryte piankami lub granulami plastikowymi dla ograniczania tworzenia mgieł. Mgła z powietrza wentylacyjnego z elektrolizerni może być usuwana, a roztwór zawracany do stopnia elektrolizy.

Chlor jest tworzony podczas elektrolizy roztworów chlorku. Jest on zbierany w uszczelnionej przestrzeni anodowej i jest zawracany do stopnia ługowania. Do wykrywania przecieków chloru stosowane są czujki chlorowe, a do usuwania śladów chloru z powietrza wentylacyjnego i innych źródeł stosowane są skrubery.

Proces	Produkt	Produkcja metalu Tony/rok	Dwutlenek siarki kg na tonę wyprodukowanego metalu
Mielenie/ługowanie	Co i jego związki	5000	0,01
Piec do wytapiania Ni	Ni, Co, Cu	200000	18
Uwaga: Tabela dotyczy specjalnych surowców – mielenie kamienia produkowanego z rudy siarczkowej – wytapianie koncentratów siarczkowych Cu/Ni.			

Tabela 11.4: Produkcja dwutlenku siarki z procesów niklu i kobaltu.

11.2.2.2 Lotne związki organiczne (VOC)

Lotne związki organiczne mogą być emitowane z etapów ekstrakcji rozpuszczalnikowej. Stosowany jest cały szereg różnych rozpuszczalników, które zawierają różne środki kompleksotwórcze do tworzenia kompleksów z pożądanym metalem i które są rozpuszczalne w warstwie organicznej. Emisjom można zapobiegać lub minimalizować je poprzez zastosowanie zakrytych lub uszczelnionych reaktorów i w tym przypadku podano emisje rzędu 30 mg/Nm³.

Rozpuszczalniki mogą mieć charakter alifatyczny lub aromatyczny, ale zwykle stosowana jest ich mieszanina. Lotne związki organiczne mogą być klasyfikowane według ich toksyczności, natomiast aromatyczne i chlorowane lotne związki aromatyczne są zwykle uważane za bardziej szkodliwe i wymagają skutecznego usuwania. Emitowane są pary rozpuszczalników, przy czym ich emisja zależy od temperatury stopnia ekstrakcji i ciśnienia par składników rozpuszczalnika w tej temperaturze. Raportowano stężenia lotnych związków organicznych do 1000 mg/Nm³ (~1 kg/h), ale nie są znane warunki robocze [tm 94, Ni Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Niklu 1998]. Charakter rozpuszczalników i warunki ich stosowania muszą być określone lokalnie tak, ażeby można było ocenić zagrożenie.

Lotne składniki organiczne mogą być usuwane przez skraplacze lub przez chłodzenie powietrza wentylacyjnego i odzyskiwanie rozpuszczalnika do dalszego wykorzystania. Podano emisję masy 0,2 kg/tonę wyprodukowanego metalu po skraplaniu [tm 94, Ni Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Niklu 1998]. Do dalszej redukcji emisji lotnych związków organicznych mogą być również stosowane filtry węglowe lub biofiltry, ale w ich przypadku nie można odzyskiwać rozpuszczalnika.

11.2.2.3 Pyły i metale

Pyły z procesów prażenia, wytapiania i procesu konwertorowego są potencjalnymi źródłami bezpośrednich i niezorganizowanych emisji pyłu i metali. W niektórych procesach gazy są zbierane i oczyszczane w procesach oczyszczania gazu instalacji kwasu siarkowego. Pył jest usuwany z gazu i zawracany do procesu ługowania.

Proces	Produkt	Produkcja	Pył	Ni kg/tonę	Co kg/tonę
--------	---------	-----------	-----	------------	------------

		(tony)	kg/tonę metalu	metal	metal
Mielenie/ługowanie	Co		0,2	0,05	0,03
Mielenie kamienia	Ni		0,01	0,005	
Proces karbonylowy	Ni	41000	0,28	0,007	
Proces DON i piec do wytapiania miedzi	Ni, Co, Cu	200000	0,37	0,03	

Tabela 11.5: Emisja metali z niektórych procesów europejskich

11.2.2.4 Chlor

Chlor jest stosowany w niektórych stopniach ługowania i jest wytwarzany podczas późniejszej elektrolizy roztworów chlorku. Zbiorniki do ługowania (ługowniki) są uszczelnione i istnieje zabezpieczenie do usuwania niewyłąpianego chloru gazowego.

Anody w elektrolizerach są zawarte w membranie i zamknięte kołpakiem zbiorczym. Wydzielany chlor jest zbierany i ponownie wykorzystywany w stopniu ługowania. Systemy są uszczelnione i emisje niezorganizowane występują tylko podczas awarii membrany lub orurowania. Alarmy chlorowe są stosowane rozległe w ługowniach i elektrolizerniach w celu wykrywania takich awarii i zazwyczaj nie ma żadnych emisji chloru.

Obecność chloru w ściekach może prowadzić do tworzenia organicznych związków chloru, jeśli rozpuszczalniki itd. są obecne w mieszanych ściekach.

11.2.2.5 Wodór, tlenek węgla i karbonyle

Tlenek węgla i wodór są stosowane w wyparkowo-metalurgicznej rafinacji niklu do produkcji surowego niklu a następnie karbonylu niklu. Gazy te są wybuchowe lub bardzo toksyczne i dlatego stosowane są skomplikowane uszczelnienia reaktora i wyposażenie sterujące dla zapobiegania emisjom; stosowane są również rozległe systemy monitoringu i alarmowania. Wodór jest stosowany również jako środek redukujący w procesach odzysku hydrometalurgicznego lub pirometalurgicznego, lub w procesach przetwarzania. Dla uniknięcia wybuchowych mieszanek gazowych stosowana jest solidna konstrukcja łącznie z wyskalowanym sprzętem i odpowiednimi systemami usuwania gazu.

Tlenek węgla jest odzyskiwany a gazy odlotowe z procesu są ostatecznie spopielaone dla zniszczenia tlenku węgla lub karbonylu, który może występować; karbonyl niklu jest przekształcany na tlenek niklu, który jest odzyskiwany.

11.2.2.6 Tlenki azotu

Etapy (stopnie) prażenia i wytapiania są potencjalnymi źródłami tlenków azotu (NO_x). NO_x mogą być tworzone ze składników zawierających azot, które mogą występować w koncentratkach lub jako termiczne NO_x. Produkowany kwas siarkowy może wchłaniać dużą część NO_x, a to może wpływać na jakość kwasu siarkowego. Jeśli po etapach prażenia obecne są wysokie poziomy NO_x, to może być konieczne oczyszczanie gazów prażalniczych ze względu na jakość produktu i środowisko. W bezpośrednim wytapianiu stosowane jest wzbogacanie tlenem, z wyjątkiem spieniania żużlu, co może redukować termiczne NO_x. W innych piecach, w których stosowane są palniki tlenowo-paliwowe, również następuje redukcja NO_x i odwrotnie, może okazać się, że przy niższych poziomach wzbogacania tlenem poziomy NO_x są wysokie, jeśli temperatura rośnie i zawartość azotu jest wysoka. Zakres dla wszystkich procesów wynosi 20 do 400 mg/ Nm³.

11.2.2.7 Emisje niezorganizowane

Oprócz emisji z procesu występują emisje niezorganizowane. Głównymi źródłami emisji niezorganizowanych są:

- pył ze składowania i transportu koncentratów
- przecieki z prażaków, pieców do wytapiania i konwertorów
- pył z gazów odlotowych z naczyń do ługowania i oczyszczania
- gazy odlotowe (łącznie z HCl, Cl₂ i lotnymi związkami organicznymi) z jednostek ekstrakcji rozpuszczalnikowej i elektrolitycznego otrzymywania metali.
- pył z gazów odlotowych z pieców do odlewania
- inne łącznie z powietrzem wentylacyjnym budynku.

Chociaż emisje niezorganizowane są trudne do zmierzenia i oszacowania, to istnieją pewne metody, które stosowano z powodzeniem (rozdział 2.7). Następująca tabela podaje oszacowania z pieca do wytapiania pierwotnego, gdzie gazy wentylacyjne z pieca do wytapiania i konwertora są zbierane i oczyszczane z gazami po suszarce.

Emisje	[t/r] z		
	Wytapiania pierwotnego	Wyłapywania wtórnego	Niezorganizowane
Dwutlenek siarki	523	2242	147

Tabela 11.6: Znaczenie emisji z wtórnego wytapiania i emisji niezorganizowanych [tm 142, Finland Ni 1999 – Finlandia Ni 1999]

Powyższa tabela wykazuje, że emisja niezorganizowana może być znacząca w pierwotnym wytapianiu, jeśli gazy wentylacyjne nie są zbierane i oczyszczane. Podaje się, że procesy rafinacji posiadają niższe emisje niezorganizowane i że proces karbonylowy jest szczególnie dobrze uszczelniony. W wielu procesach może być konieczne zredukowanie emisji niezorganizowanych.

11.2.3 Emisje do wody

Metale i ich związki oraz zawiesina są głównymi zanieczyszczeniami emitowanymi do wody. Metalami tymi są Cu, Ni, Co, As i Cr. Innymi istotnymi substancjami są fluorki, chlorki i siarczany. Możliwymi strumieniami ścieków są:

- ścieki z procesów oczyszczania hydrometalurgicznego;
- ścieki ze skrubarów;
- ścieki z filtrów elektrostatycznych mokrych;
- ścieki z granulacji żużlu;
- ścieki z płukania anod i katod;
- woda uszczelniająca z pomp;
- ścieki z operacji ogólnych, jak czyszczenie sprzętu, mycie podłóg itd.
- upusty (zrzuty) z obiegów wody chłodzącej;
- woda deszczowa z powierzchni (zwłaszcza z rejonów składowania) i dachów.

Najważniejszymi źródłami są ścieki ze stopni mokrego oczyszczania gazu (jeśli jest stosowane) pieca do wytapiania, z konwertora i z prażaka ze złożem zawieszinowym. Innymi źródłami są operacje czyszczenia i inne procesy. Stopnie ługowania pracują zwykle w obiegu zamkniętym i systemy odprowadzania z nich ścieków są odizolowane, ale istnieją potencjalne problemy jeśli nie

są stosowane dobre systemy zapobiegania i wykrywania przecieków – upusty zużytego elektrolitu są stosowane w stopniu ługowania.

11.2.3.1 Ścieki z instalacji ograniczania

Jeśli po procesach ługowania i prażenia stosowane są skrubery, to wytwarzany jest roztwór kwaśny. Skruber usuwa fluorki, chlor, chlorki, większość rtęci i seleniu oraz część pyłów, które przechodzą mechaniczne oczyszczanie gazu. Ażeby uniknąć kumulacji zanieczyszczeń, część cieczy musi być upuszczana ciągle ze skrubera, a następnie oczyszczana. Przed zrzucaniem usuwany jest rozpuszczony SO_2 .

Filtry elektrostatyczne mokre wytwarzają również kwaśną ciecz płuczkową. Po przefiltrowaniu jest ona zawracana. Część cieczy musi być upuszczana z tego obiegu ażeby uniknąć kumulacji zanieczyszczeń. Ten upust jest oczyszczany i analizowany przed zrzuceniem. Następująca tabela podaje skład ścieków z oczyszczania gazów przed oczyszczaniem tych ścieków.

Substancja zanieczyszczająca	Stężenie (rozpuszczony)	Skład zawiesiny stałej
Zawiesina stała		250 – 1500 mg/l
Siarczan	13 – 25 g/l	
Chlorek	1, - 1,8 g/l	
Fluorek	0, - 0,5 g/l	
Kobalt	0, - 9 mg/l	5 - 30% zawiesiny stałej
Nikiel	0, - 10 mg/l	10 – 60% zawiesiny stałej
Miedź	5 – 15 mg/l	< 0,5% zawiesiny stałej
Cynk	0, - 2,5g/l	2 – 6% zawiesiny stałej
Kadm	1 – 5 mg/l	
Ołów	1 – 3 mg/l	5 – 50% zawiesiny stałej

Tabela 11.7: Typowe ścieki z oczyszczania gazu

11.2.3.2 Rozmaite źródła

Worki elektrodowe i membranowe, stosowane podczas elektrolizy, muszą być płukane okresowo, ażeby usunąć materiał osadzony na ich powierzchni. Na powierzchni anod może być tworzony dwutlenek manganu w wyniku reakcji tlenu z rozpuszczonym manganem. Po płukaniu anod mangan jest wydzielany z wody płuczającej do zewnętrznego ponownego wykorzystania. Katody są czyszczone po usunięciu arkuszy Co lub Ni. Ścieki z płukania anody i katody są kwaśne i zwykle zawierają miedź, nikiel i zawiesinę stałą.

Woda chłodząca z granulacji kamienia lub żużlu jest zawracana z powrotem do obiegu zamkniętego. Były informacje o tworzeniu się trwałych organicznych związków chloru i dioksyn w niektórych obiegach chłodzenia procesów ługowania chlorowego.

Filtry i ścieki z procesów rozdzielania hydrometalurgicznego i transformacji są oczyszczone w celu usuwania metalu i zawiesiny stałej. Produkty z tego oczyszczania mogą być zawracane do odpowiednich stopni procesu, zależnie od składu i wartości tych produktów.

Jednostka produkcyjna/proces technologiczny	Operacja/źródło	Opcje wykorzystania/oczyszczania
---	-----------------	----------------------------------

Czynności nieprodukcyjne	Woda deszczowa z dróg, placów, dachów Zmywanie dróg Czyszczenie wagonów,...	Oczyszczalnia ścieków/ponowne wykorzystanie Oczyszczalnia ścieków Oczyszczalnia ścieków, zwracanie do obiegu
Operacja wytapiania	Woda chłodząca z pieca, maszyn i wyposażenia	Recykulacja
Kamień lub granulacja żużlu	Ściek z filtra elektrostatycznego mokrego (jeśli jest potrzebny) Woda granulacyjna	Recykulacja, oczyszczalnia ścieków Recykulacja
System oczyszczania gazu	Kondensat z chłodzenia gazu, filtr elektrostatyczny mokry Kondensat z usuwania rtęci Przeciek	Usuwanie zawieszonych pyłów i ponowne wykorzystanie jako wsadu, oczyszczalnia ścieków Po usunięciu rtęci do oczyszczalni ścieków Recykulacja
Instalacja kwasu siarkowego	Wyposażenie wody chłodzącej Przeciek	Recykulacja Oczyszczalnia ścieków
Składowisko wsadu	Woda powierzchniowa (deszcz/zwilżanie)	Oczyszczalnia ścieków
Spiekalnia	Skruber (chłodzenie spieku drobnoziarnistego)	Oczyszczalnia ścieków
Oczyszczanie gazu z prażenia	Mokre oczyszczanie gazu	Oczyszczalnia ścieków
Prażenie/ Oczyszczanie gazu z prażenia	Mokre oczyszczanie gazów z prażenia	Oczyszczalnia ścieków
Ługowanie	Główne operacje łącznie z mokrym oczyszczaniem gazu	Odzysk metali
Oczyszczanie	Główne operacje Placki filtracyjne	Odzysk metali Płukanie przeciwwądowe (wsteczne)
Elektroliza	Czyszczenie elektrolizerów, anod i katod	Odzysk metali
Wszystkie jednostki produkcyjne/technologiczne	Utrzymanie i konserwacja	Oczyszczalnia ścieków
Oczyszczalnia ścieków	Oczyszczanie ścieków	Ponowne wykorzystanie dla określonych zastosowań/zrzuty

Tabela 11.8: Podsumowanie potencjalnych źródeł ścieków i opcji

Proces	Ściek [m ³ /t]	Przepływ w [m ³ /h]	Główne składniki [mg/l]					COD
			Cu	Zn	As	Co	Ni	
Co		200	< 0,1	< 1,5	< 0,1	< 1,5	< 1,0	25
Ługowanie Cl		55	0,1			0,2	0,7	
Ługowanie Cl			1,0	1,0		0,25	1,0	
Karbonyl		450	0,4			0,1	1,4	
Piec do wytapiania + ługowanie	135		17 g/t	9 g/t	2 g/t		16,5 g/t	

Tabela 11.9: Przykłady analizy ścieków

11.2.4 Pozostałości pochodzące z procesu i odpady

Produkcja metali jest związana z generowaniem kilku produktów ubocznych, pozostałości i odpadów stałych, które są również podane w Europejskim Katalogu Odpadów (Decyzja Rady 94/3/EWG). Najważniejsze pozostałości specyficzne dla procesów podane są niżej.

Pozostałości powstają w wyniku oczyszczania ścieków. Główną pozostałością jest gips (CaSO_4) i wodorotlenki metali, które są produkowane w instalacji zubożniania ścieków. Uważa się, że odpady te są skutkami tych technik oczyszczania, ale wiele z tych odpadów jest zawracanych do procesu metalurgicznego w celu odzysku metali, zależnie od ich wartości.

Pył lub szlam z oczyszczania gazów są stosowane jako surowce do produkcji innych metali, takich jak metale szlachetne i Cu itd. lub mogą być zawracane do pieca do wytopienia lub do stopnia ługowania dla odzysku.

11.2.4.1 Osady strąceniowe z procesów oczyszczania

Produkcja ciał stałych bazujących na żelazie powoduje powstawanie znacznych ilości odpadów zależnie od stosowanego procesu. Skład odpadów jest przedstawiony w poniższej tabeli.

Proces	Fe%	Zn%	Co%	Cu%	Ni%
Pozostałości w postaci wodorotlenku żelaza w procesie ługowania chlorkowego	40		0,1	< 0,1	1 - 2
Pozostałości w postaci gipsu		25	2 - 3		
Oczyszczanie ścieków	< 10	< 10	< 0,5	< 1	< 0,05

Tabela 11.10: Przykład składów różnych rodzajów pozostałości

Usuwanie tych pozostałości może być związane ze znacznymi kosztami, ponieważ do deponowania tych materiałów stosowane są specjalnie skonstruowane stawy z odpowiednim wyłożeniem. Szczególną uwagę zwraca się na przecieki do wody gruntowej i dlatego stawy te muszą mieć odpowiedni monitoring. Istnieją znaczące skutki oddziaływania na środowisko. Jeden zakład deponuje odpady w podziemnej grocie skalnej.

11.2.4.2 Pirometalurgiczne żużle i pozostałości

Żużle z procesów wytopienia zawierają zwykle bardzo niskie zawartości ługowalnych metali po oczyszczeniu żużlu. Dlatego nadają się do stosowania w budownictwie. Wagowo ilość żużlu wynosi 4 do 10 razy tyle, co ciężar produkowanego metalu, zależnie od źródła koncentratu.

Następująca tabela podaje przykłady pewnych żużli z produkcji niklu. Dokładny skład zależy również od źródła koncentratu.

Składnik	Piec płomienny	Piec elektryczny	Piec zawieszinowy Outokumpu*
Nikiel%	0,2	0,17	0,1 - 0,3
Kobalt%	0,1	0,06	0,1 - 0,25
Miedź%	0,08	0,01	0,05 - 0,25
Żelazo%	38		35 - 43
Krzemionka%	36	35	30 - 39
Wapno%	2		0,5 - 7

Uwaga. *Po oczyszczeniu w piecu elektrycznym

Tabela 11.11: Skład typowych żużli z produkcji niklu

W Państwach Członkowskich stosowany jest cały szereg znormalizowanych testów ługowalności i testy te są specyficzne dla danego kraju. Żużle niklowe podane są w UE na Bursztynowej Liście Przepisów dotyczących Transgranicznej Wysyłki Odpadów.

Kożuchy żużlowe i odpady stałe, usuwane podczas etapów topienia i rafinacji, zawierają metale nadające się do odzysku. Następująca tabela prezentuje niektóre opcje obróbki lub ponownego wykorzystania.

Etap procesu	Odpad stały	Opcje wykorzystania/Obróbki
Autoklaw	Pozostałość	Piec do wytapiania
Usuwanie żelaza	Osad strąceniowy	Piec do wytapiania lub usuwanie
Ograniczanie	Pył pofiltracyjny	Piec do wytapiania
Ługowanie ciśnieniowe	Pozostałość siarczkowa	Odzysk Cu
Odmiedziowanie	Cement Cu	Piec do wytapiania Cu
Odzysk niklu i kobaltu	Zanieczyszczony węgiel niklu	Produkcja czystego siarczku niklu
Oczyszczanie żużlu	Czysty żużel	Budownictwo
Usuwanie As itd.	Gips arseniano-żelazowy	Specjalne usuwanie lub odzysk As
Oczyszczanie ścieków	Osad strąceniowy	Odzysk innych metali lub usuwanie

Tabela 11.12: Pozostałości (odpady) stałe z procesów Ni i Co

11.2.4.3 Inne materiały

Inne pozostałości lub szlamy wynikające z różnych etapów procesu lub z ogólnego oczyszczania ścieków, zależnie od ich składu i wartości, mogą być zawracane lub wysyłane do ostatecznego deponowania.

11.3 Techniki które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT

Ten rozdział przedstawia szereg technik służących do zapobiegania lub redukcji emisji i pozostałości, jak również techniki obniżające całkowite zużycie energii. Wszystkie te techniki są dostępne w handlu. Podane są przykłady dla zademonstrowania technik, które ilustrują wysoki poziom wyników w zakresie ochrony środowiska. Techniki podawane w charakterze przykładów zależą od informacji dostarczonej przez przemysł, Europejskie Państwa Członkowskie i od oceny ze strony Europejskiego Biura IPPC w Sewilli. Techniki ogólne, opisane w rozdziale 2 „Powszechne procesy”, mają w dużym stopniu zastosowanie do procesów stosowanych w tym sektorze i wpływają na sposób, w jaki są kontrolowane i prowadzone procesy główne i towarzyszące (pomocnicze).

Zastosowanie mają również techniki stosowane przez inne sektory, a zwłaszcza techniki dotyczące stosowania systemów odzyskiwania siarki.

Techniki, które należy wziąć pod uwagę na bazie lokalnej zależą w bardzo dużym stopniu od surowców dostępnych w danym miejscu, w szczególności od rodzaju i zmienności koncentratu, od produktu pośredniego (np. kamienia) lub surowców wtórnych. Inne metale, które są zawarte w surowcach, są również decydujące dla wyboru procesu. W podobny sposób standard systemów zbierania i ograniczania, stosowanych na świecie w przemyśle, odzwierciedla lokalne, regionalne lub dalekosiężne normy jakości środowiska i dlatego bezpośrednie porównanie poziomów wyników ochrony środowiska kombinacji procesów jest bardzo trudne. Natomiast możliwa jest ocena, jak konkretny proces może się sprawować w przypadku stosowania odpowiedniego nowoczesnego wyposażenia ograniczającego.

Procesy opisane wyżej są stosowane do szerokiego zakresu surowców o zmiennej ilości i składzie i są reprezentatywne dla procesów stosowanych na świecie. Techniki opracowane przez firmy działające w tym sektorze biorą pod uwagę tę zmienność. Wybór techniki pirometalurgicznej lub hydrometalurgicznej jest motywowany stosowanymi surowcami, ich ilością, zawartością zanieczyszczeń, wytwarzanym produktem i kosztem recyklingu i oczyszczania. Dlatego czynniki te są specyficzne dla konkretnego miejsca. W związku z tym podstawowe procesy odzysku opisane w rozdziale dotyczącym stosowanych technik stanowią techniki, które należy wziąć pod uwagę dla procesów odzysku przy stosowaniu odpowiednich stopni ograniczania. Techniki, które należy wziąć pod uwagę dla stopni zbierania i ograniczania i inne aspekty obsługi i sterowania procesu są opisane w rozdziale 2.6, 2.7 i 2.8.

11.3.1 Składowanie i transport materiałów oraz procesy obróbki wstępnej.

Surowcami są koncentraty, chlor i inne gazy, produkty pośrednie, topniki i paliwo, innymi ważnymi materiałami są produkty, kwas siarkowy, żuźle i pozostałości pochodzące z procesu. Ważnymi aspektami są: zapobieganie ucieczkom pyłu i mokrego materiału, zbieranie i obróbka pyłu i cieczy oraz kontrola parametrów wejściowych i roboczych procesów obsługi i zasilania.

Zagadnieniami specyficznymi dla tej samej grupy są:

- potencjalnie pylisty charakter koncentratów i topników oznacza, że technikami, które należy wziąć pod uwagę w tych przypadkach są systemy zamkniętego składowania, obsługi i obróbki.
- pył generowany przez operacje kruszenia oznacza, że zbieranie i ograniczanie pyłu może mieć zastosowanie do tego procesu.
- koncentraty są mieszane z topnikami dla przygotowywania wsadu o prawie niezmiennym składzie i dlatego powszechną praktyką jest pobieranie próbek i analiza w celu scharakteryzowania koncentratów i składowania poszczególnych koncentratów tak ażeby można było przygotować optymalną mieszaninę do wytapiania. Jest to technika, którą należy wziąć pod uwagę.
- Produkty pośrednie, takie jak kamień, mogą również wymagać tego rodzaju postępowania, zależnie od potencjału do tworzenia pyłu.
- Z chlorem i innymi gazami należy postępować zgodnie ze specjalnymi wymogami bezpieczeństwa ażeby zapobiegać ulatnianiu gazów i ograniczać ich rozprzestrzenianie.

Gazy technologiczne takie jak chlor, wodór lub tlenek węgla mogą być magazynowane w dopuszczonych zbiornikach ciśnieniowych lub mogą być produkowane na miejscu. Produkcja tych gazów jest opisana gdzie indziej. Gazy te są zwykle odzyskiwane i zwracane podczas procesów do procesów lub do magazynowania.

Kwas produkowany podczas procesu powinien być magazynowany w zbiornikach z podwójnymi ścianami lub w zbiornikach umieszczonych w obwałowaniach odpornych chemicznie. Oczyszczanie kwaśnych szlamów z instalacji kwasu siarkowego i słabego kwasu z systemów płuczkowych zależy od lokalnego przetwarzania lub wymogów usuwania jeśli nie istnieje lokalna możliwość wykorzystania.

Szlamy i inne pozostałości zawierające metal, które są przeznaczone do odzysku poza zakładem, powinny być magazynowane w beczkach lub w inny odpowiedni sposób, zależnie od materiału.

Istnieje duża różnorodność stosowanych surowców wtórnych, począwszy od miałkich pyłów a skończywszy na dużych pojedynczych pozycjach. Zawartość metalu zmienia się dla każdego rodzaju materiału; zmienia się również zawartość innych metali i zanieczyszczeń. Dlatego techniki stosowane dla składowania, obsługi i obróbki wstępnej materiałów będą się zmieniać stosownie do wielkości materiału i wielkości zanieczyszczenia. Czynniki te zmieniają się w zależności od miejsca i techniki omawiane w rozdziale 2 będą miały zastosowanie na bazie specyficznej dla miejsca i materiału. Specyficzne zagadnienia, które stosują się do tej grupy, są przedstawione w tabeli 11.15 rozdziału dotyczącego najlepszych dostępnych technik BAT.

Składowanie surowców zależy od charakteru materiału opisanego wyżej. Stosowane jest składowanie miałkich pyłów w zamkniętych budynkach lub w szczelnych opakowaniach. Materiały zawierające składniki rozpuszczalne w wodzie są składowane pod przykryciem. Materiał niepyłący jest składowany na zwalach pod gołym niebem podobnie jak duże pojedyncze pozycje.

11.3.2 Procesy wytapiania pierwotnego

Jedynym procesem wytapiania stosowanym do bezpośredniej produkcji niklu lub kobaltu w Europie jest piec do wytapiania zawieszinowego Outokumpu, w którym stosowane jest wzbogacanie tlenem. Proces ten jest stosowany do produkcji kamienia niklowego i żużlu, który jest obrabiany dalej w piecu elektrycznym tworząc ponownie kamień i żużel obojętny. Kamienie są granulowane dla przetwarzania hydrometalurgicznego a żużel jest granulowany lub chłodzony i stosowany w budownictwie lądowym i wodnym. Stosowanie pieca zawieszinowego Outokumpu w ten sposób charakteryzuje się niskim zużyciem energii całego procesu (7 MWh/tonę Ni) i niezawodnym działaniem pieca. Proces charakteryzuje się odzyskiem ciepła w postaci pary wodnej i elektryczności a także zbieraniem i odzyskiem dwutlenku siarki w postaci kwasu siarkowego. Podaje się, że żywotność wymurówki pieca przekracza 5 lat. Inne procesy stosowane na świecie są również technikami, które należy wziąć pod uwagę.

W Europie nie jest stosowany konwertor Pierce-Smitha do produkcji niklu lub kobaltu. Stosowanie tego konwertora byłoby techniką, którą należy wziąć pod uwagę gdyby konwertor był stosowany w połączeniu z inteligentnym wtórnym systemem zbierania oparów i systemem sterowania dmuchania w piecu (patrz rozdział 3 „Miedź”).

Kobalt jest najczęściej odzyskiwany w połączeniu z nikiem. Proces stosowany do produkcji żelazoniklu jest opisany w rozdziale 9 „żelazostopy”.

Systemem ograniczania stosowanym do wytapiania pierwotnego koncentratów siarczkowych jest odzyskiwanie dwutlenku siarki zazwyczaj przez przemianę na kwas siarkowy w procesie dwukontaktowym z czterema lub więcej przepustami, czasami stosowany jest katalizator z domieszką cezu. Praktykowana jest również przemiana części SO₂ na ciekły SO₂ z resztą SO₂ przetwarzaną na kwas siarkowy. Przed przemianą gazy są schładzane (z odzyskiem energii cieplnej) i oczyszczane. Stosowana jest kombinacja chłodni i filtrów elektrostatycznych gorących

lub kombinacja skrubców (promieniowych lub strumieniowych) i filtrów elektrostatycznych mokrych. W razie potrzeby zainstalowane są systemy odzysku rtęci z zastosowaniem technik omawianych w rozdziale 2.8.

11.3.3 Procesy rafinacji i transformacji

11.3.3.1 Ługowanie, oczyszczanie chemiczne i ekstrakcja rozpuszczalnikowa

Procesy rafinacji opisane w stosowanych technikach są używane do dużego zakresu surowców o zmieniającej się ilości i składzie. Techniki opracowane przez firmy działające w tym sektorze biorą pod uwagę tę zmienność. Wybór techniki pirometalurgicznej lub hydrometalurgicznej jest motywowany stosowanymi surowcami, występującymi zanieczyszczeniami i wytwarzanymi produktami. W szczególności morfologia produktu końcowego może być decydująca, na przykład, jeśli są wytwarzane proszki do produkcji baterii lub jeśli powłoki metalowe są nakładane na różnorodne podłoża, takie jak pianki.

Dlatego podstawowe procesy rafinacji naszkicowane wyżej stanowią techniki, które należy wziąć pod uwagę dla procesów odzysku. Technikami, które należy wziąć pod uwagę są techniki stosowania uszczelnienia reaktora, ograniczania, sterowania i zarządzania opisane w rozdziale 2 niniejszego dokumentu.

PRZYKŁAD 11.01 MINIMALIZACJA EMISJI LOTNYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH

Charakterystyka: - Stosowanie mieszalnika o małym ścinaniu dla mieszaniny rozpuszczalnik/woda do optymalizowania wielkości kropeł i minimalizowania kontaktu z powietrzem. Przykryty pokrywą mieszalnik i oddzielna, zakryta strefa osadzania redukuje emisje lotnych związków organicznych do powietrza i ich przenoszenie w fazie wodnej. Stosowanie pompowania o małym ścinaniu i zmiennej prędkości zmniejsza zużycie energii systemu.

Główne korzyści dla środowiska: - Zapobieganie emisjom lotnych związków organicznych

Dane eksploatacyjne: - Stężenie lotnych związków organicznych w powietrzu technologicznym < 5 ppm (< 30 mg/Nm³) przy zastosowaniu nafty jako rozpuszczalnika.

Skutki oddziaływania na środowisko: - Skutek pozytywny przez zapobieganie emisjom lotnych związków organicznych, redukcja zużycia energii.

Aspekty ekonomiczne: - Brak danych, ale proces funkcjonuje rentownie w kilku instalacjach

Możliwość zastosowania: - Wszystkie procesy ekstrakcji rozpuszczalnikowej

Przykładowe zakłady: - Finlandia

Bibliografia: - [tn 94, Ni Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Niklu 1998]

11.3.3.2 Elektrolityczne otrzymywanie metalu

Przy elektrolitycznym otrzymywaniu metalu mogą być wytworzone gazy, które wydzielają się na anodzie i jest produkowany chlor lub kwaśna mgła. Muszą one być zbierane i usuwane, przy czym zbierana mgła jest zawracana do procesu, płukanie zbieranego gazu nie pozwala na ponowne wykorzystanie mgły i powoduje powstawanie ścieków. Do redukcji ilości tworzonych gazów mogą być stosowane pokrycia, ale nie są one tak wydajne jak usuwanie mgły; mogą być stosowane

pokrycia organiczne lub warstwy granulek plastikowych. W przypadkach procesów elektrolitycznego otrzymywania metalu opartego na chlorku odzyskiwanie i ponowne wykorzystanie chloru wytworzonego w elektrolizerach jest uważane za część procesu.

PRZYKŁAD 11.02 ZBIERANIE I REDUKCJA CHLORU GAZOWEGO

Charakterystyka: - Zbieranie gazów produkowanych podczas procesów elektrolitycznego otrzymywania metali i ługowania. Elektrolizery są wyposażone w zintegrowany okap, który zbiera chlor gazowy. Reaktory ługowania (ługowniki) są uszczelnione. Gaz z elektrolitycznego otrzymywania metalu jest zbierany i wdmuchiwany do systemu centralnego i zawracany do stopnia ługowania.

Główne korzyści dla środowiska: - Redukuje konieczność rozległego systemu płukania gazu.

Dane eksploatacyjne: - Brak danych

Skutki oddziaływania na środowisko: - Pozytywny skutek przez zapobieganie emisji chloru. Ponowne wykorzystywanie chloru minimalizuje ilość zakupywanego chloru. Redukcja ilości płukanego gazu zapobiega zrzutowi ścieków.

Aspekty ekonomiczne: - Brak danych. System jest zdolny do ekonomicznego przeżycia w większości procesów elektrolitycznego otrzymywania metalu stosujących roztwory chlorkowe.

Możliwość zastosowania: - Wszystkie instalacje elektrolitycznego otrzymywania metalu.

Przykładowe zakłady: - Norwegia, Francja

Bibliografia: - [tm 94, Ni Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Niklu 1998]

Procesy i techniki do kontrolowania, zbierania mgły, odzysku kwaśnego gazu i usuwania nadają się do stosowania w nowych i istniejących instalacjach.

Uszczelnione systemy odprowadzania ścieków z elektrolizerni, odzysk z upustu elektrolitu są również technikami, które należy wziąć pod uwagę.

11.3.3.3 Inne metale

Metale szlachetne i miedź często towarzyszą surowcom i albo są one odzyskiwane na miejscu, albo pozostałości pochodzące z procesu wysyłane są do innych rafinerii w celu ich odzysku. Wszystkie procesy omawiane wcześniej jako techniki dostępne są uważane za techniki, które należy wziąć pod uwagę przy ustalaniu najlepszych dostępnych technik BAT. Konkretnie, specyficzne materiały wsadowe będą wpływać na ostateczny wybór procesu. Techniki omawiane w rozdziale 2 również powinny być rozpatrywane w powiązaniu z tymi procesami.

11.3.3.4 Wytwarzanie proszków metali, wlewków i innych produktów

Wszystkie procesy omawiane wcześniej jako techniki dostępne są uważane za techniki, które należy wziąć pod uwagę przy ustalaniu BAT.

Określone materiały wsadowe i produkty końcowe będą wpływać na wybór procesu, przy czym głównymi czynnikami mającymi wpływ są wielkość i kształt wyrobu. Techniki omawiane w rozdziale 2 również powinny być rozpatrywane w powiązaniu z tymi procesami.

11.3.4 Zbieranie i ograniczanie oparów/gazu

Techniki omawiane w rozdziale 2.7 niniejszego dokumentu są technikami, które należy wziąć pod uwagę dla różnych stopni procesu zaangażowanych w produkcję kobaltu i niklu itd. Stosowanie obudów i okapów wtórnych również jest techniką, które należy wziąć pod uwagę. Istnieje kilka zagadnień specyficznych dla konkretnego miejsca, które znajdą zastosowanie dla stosowanych technik ograniczania. Zależy to od odczynników stosowanych w procesie i od składników zawartych w gazie odlotowym. Niektóre z tych technik są przedstawione w następującej tabeli.

Stosowany odczynnik	Składnik w gazie odlotowym	Metoda obróbki/oczyszczania
Rozpuszczalniki, lotne związki organiczne	Lotne związki organiczne, zapachy	Ograniczanie, skraplanie. Węgiel aktywny, biofiltr
Chlor, HCl	Cl ₂	Zbieranie i ponowne wykorzystywanie. Skruber z sodą kaustyczną
Siarczki	Dwutlenek siarki	Instalacja kwasu siarkowego lub skruber
Kwas azotowy	NO _x	Utlenianie i absorpcja, recykling, skruber
Amoniak	NH ₃	Odzysk, skruber
Wodór	H ₂	Kontrola procesu, dopalacz
Tlenek węgla	CO	Odzysk i ponowne wykorzystywanie. Dopalacz i usuwanie pyłu

Tabela 11.13: Obróbka chemiczna dla niektórych składników gazowych

Zasadniczo technologie procesu omawiane w tym rozdziale, w połączeniu z odpowiednim ograniczaniem, będą spełniać surowe wymagania w zakresie ochrony środowiska. Podano przykład zbierania chloru gazowego, który jest wydzielany na anodzie podczas elektrolitycznego otrzymywania metalu i ługowania. Inne techniki obejmują ograniczanie oparów rozpuszczalnika poprzez zamknięte (uszczelnione) reaktory ekstrakcji rozpuszczalnikowej i zbieranie oraz ponowne wykorzystywanie rozpuszczalników i CO. Znaczenie składników lotnych związków organicznych dla środowiska zależy od stosowanego rozpuszczalnika, przy czym składniki te mogą być określone tylko na poziomie lokalnym. Stosowanie okapów odciągowych dla spuszczenia i odlewania oraz stosowanie zbierania wtórnych oparów ze stopnia pieca do wytapiania i konwertora to również technikami, które należy wziąć pod uwagę. Opary ze spuszczenia będą się składać z oparów z przepalania otworu spustowego lancą tlenową, z pyłu z przewiercania, oparów z mas zatykających jeśli stosowana jest odykarka i z oparów z wszystkich odkrytych powierzchni metalu i żużłu. Opary te będą się składać głównie z tlenków metali zaangażowanych w procesie wytapiania. Konstrukcja okapów odciągowych musi uwzględniać dostęp dla załadunku pieca i inne operacje piecowe i sposób, w jaki zmienia się źródło gazów procesowych podczas cyklu technologicznego.

11.3.5 Sterowanie i zarządzanie procesem

Zasady sterowania procesem i zarządzania omawiane w rozdziale 2 mają zastosowanie do procesów produkcyjnych stosowanych w tej grupie. Pewne procesy mogą być udoskonalone przez przystosowanie wielu z tych technik.

11.3.6 Ścieki

Jest to zagadnienie specyficzne dla danego miejsca, podaje się, że istniejące systemy oczyszczania są na wysokim poziomie. Wszystkie ścieki powinny być oczyszczane, ażeby usunąć z nich

rozpuszczone metale i zawiesinę stałą. Techniki podane w rozdziale 2.9 są technikami, które należy wziąć pod uwagę. W szeregu instalacji woda chłodząca i oczyszczone ścieki, łącznie z wodą deszczową, są ponownie wykorzystywane lub zawracane do obiegu w obrębie procesów. Podobnie woda pogrulacyjna może wymagać odstania lub innego oczyszczania przed zrzuceniem do cieków wodnych.

11.3.7 Pozostałości pochodzące z procesu

Jest to zagadnienie specyficzne dla konkretnego miejsca ale należy wziąć pod uwagę minimalizację i ponowne wykorzystywanie pozostałości wszędzie tam, gdzie jest to wykonalne. Techniki, które należy wziąć pod uwagę, opisane w rozdziale 2.10, są technikami, które należy wziąć pod uwagę przy ustalaniu BAT.

11.4 Najlepsze dostępne techniki BAT

W celu lepszego zrozumienia treści tego rozdziału czytelnik powinien zapoznać się ze wstępem do niniejszego dokumentu, a w szczególności z jego piątą częścią: „Jak rozumieć i stosować niniejszy dokument”. Techniki oraz związane z nimi poziomy emisji i/lub zużycia, jak również zakresy poziomów, jakie przedstawiono w niniejszym rozdziale, zostały ocenione w toku procesu iteracyjnego obejmującego następujące etapy:

- określenie kluczowych zagadnień dotyczących ochrony środowiska w obrębie danego sektora; którymi dla produkcji niklu i kobaltu są pyły, opary, zapachy, SO₂, chlor, inne gazy kwaśne, ścieki, pozostałości takie jak szlam, pył pofiltracyjny i żużel;
- zbadanie technik najistotniejszych z punktu widzenia tych kluczowych zagadnień;
- określenie poziomów emisji optymalnych dla ochrony środowiska na podstawie danych dostępnych w Unii Europejskiej i na świecie;
- zbadanie warunków, w których te poziomy emisji zostały uzyskane takich, jak koszty, oddziaływanie na środowisko, głównie cele i motywacja dla wprowadzania tych technik;
- wybór najlepszych dostępnych technik BAT oraz związanych z nimi poziomów emisji i/lub zużycia dla tego sektora w ogóle, zgodnie z art. 2 ust. 11 oraz załącznikiem 4 do dyrektywy.

Europejskie Biuro IPPC i odpowiednia Techniczna Grupa Robocza (TWG) pełniły główną rolę przy fachowej ocenie każdego z tych działań, jak również miały wpływ na sposób przedstawienia ich wyników w niniejszym opracowaniu.

Na podstawie tej oceny w niniejszym rozdziale przedstawiono konkretne techniki oraz – w miarę możliwości – poziomy emisji i zużycia związane ze stosowaniem najlepszych dostępnych technik BAT, które są uważane za odpowiednie dla tego sektora jako całości i które w wielu przypadkach odzwierciedlają aktualną charakterystykę eksploatacyjną niektórych instalacji w obrębie sektora. Tam gdzie prezentowane są poziomy emisji lub zużycia „związane z najlepszymi dostępnymi technikami BAT” oznacza to, że poziomy te odzwierciedlają skutki oddziaływania na środowisko, jakie można przewidzieć w wyniku zastosowania w tym sektorze opisanych technik, mając na uwadze bilans kosztów i korzyści stanowiących nieodłączny element definicji BAT. Jednakże nie są to graniczne wielkości emisji czy zużycia i nie powinny być tak rozumiane. W niektórych przypadkach uzyskanie lepszych poziomów emisji lub zużycia może być technicznie możliwe, jednak ze względu na związane z tym koszty lub skutki oddziaływania na środowisko nie są one uważane za właściwe jako BAT dla całego sektora. Poziomy takie mogą jednak być uznane za uzasadnione w bliżej określonych przypadkach, w których występują szczególne okoliczności przemawiające za wdrożeniem danych technik.

Poziomy emisji i zużycia związane z zastosowaniem BAT muszą być rozpatrywane z uwzględnieniem szczególnych warunków odniesienia (np.: okresów uśredniania).

Należy odróżnić opisane powyżej pojęcie „poziomów związanych z zastosowaniem BAT” od określenia „osiągalny poziom” stosowanego gdzie indziej w tym dokumencie. W przypadku, gdy poziom jest opisany jako „osiągalny” przy zastosowaniu danej techniki lub kombinacji technik, oznacza to, że można go uzyskać przy zastosowaniu tych technik po pewnym czasie w dobrze utrzymywanej i obsługiwanej instalacji lub procesie.

Dostępne dane dotyczące kosztów wraz z opisem technik omówionych w poprzednim rozdziale zostały przedstawione łącznie. Wskazują one przybliżoną wielkość przewidywanych kosztów. Jednak rzeczywisty koszt zastosowania danej techniki będzie w dużym stopniu zależał od konkretnej sytuacji z uwzględnieniem, na przykład, wysokości podatków, opłat oraz specyfikacji technicznej dla danej instalacji. Dokładna ocena tych specyficznych dla danego miejsca czynników nie jest w tym dokumencie możliwa. W przypadku braku danych dotyczących kosztów, wnioski odnoszące się do ekonomicznej użyteczności technik zostały sformułowane na podstawie obserwacji istniejących instalacji.

Najlepsze dostępne techniki BAT przedstawione ogólnie w niniejszym rozdziale mają stanowić punkt odniesienia ułatwiający ocenę aktualnych wyników osiągniętych w ramach istniejącej instalacji lub propozycję dla nowej instalacji. Może to się okazać pomocne przy określaniu właściwych warunków „w oparciu o najlepsze dostępne techniki BAT” dla danej instalacji lub w ustaleniu ogólnych, wiążących przepisów zgodnie z art. 9 ust. 8. Przewiduje się, że nowe instalacje mogą być projektowane tak, aby osiągać lub nawet przekraczać ogólne przedstawione tu poziomy właściwe dla BAT. Uważa się również, że istniejące instalacje mogłyby zbliżyć się do ogólnych poziomów właściwych dla BAT bądź osiągać lepsze wyniki, w zależności od technicznych i ekonomicznych możliwości zastosowania technik w poszczególnych przypadkach.

Dokumenty referencyjne BAT wprawdzie nie ustalają prawnie wiążących norm, lecz mają za zadanie dostarczać informacji stanowiących wskazówki dla przemysłu, Państw Członkowskich i społeczeństwa na temat osiągalnych poziomów emisji i zużycia przy stosowaniu konkretnych technik. Odpowiednie wartości dopuszczalne dla każdego konkretnego przypadku będą musiały zostać określone z uwzględnieniem celów dyrektywy dotyczącej zintegrowanego zapobiegania i ograniczania zanieczyszczeń (IPPC) oraz lokalnych uwarunkowań.

W niniejszym podsektorze, na najlepsze dostępne techniki wpływa wiele czynników; konieczna jest tu więc metoda badania tych technik. Przyjęty sposób podejścia przedstawiony jest niżej

Przede wszystkim wybór procesu zależy w dużej mierze od surowców, które są dostępne w konkretnym miejscu. Najważniejszymi czynnikami są ich skład, obecność innych zawartych w nim metali, rozkład ich wielkości (łącznie z potencjałem do tworzenia pyłu) i stopień zanieczyszczenia materiałem organicznym. Surowcami mogą być materiały pierwotne dostępne z jednego lub z wielu źródeł, surowce wtórne o zmieniającej się jakości lub produkt pośredni, który wymaga rafinacji lub transformacji.

Po drugie, technologia taka powinna być odpowiednia do zastosowania z najlepszymi dostępnymi systemami wychwytywania i ograniczania emisji gazów. Zastosowana technologia wychwytu spalin i ograniczania emisji będzie zależała od charakterystyk głównych technologii, np. niektóre procesy są łatwiejsze do uszczelnienia. Inne technologie mogą posiadać zdolność do łatwiejszej przeróbki materiałów niskiego gatunku i dzięki temu zmniejszać szerszy wpływ na środowisko przez zapobieganie likwidacji.

W końcu pod uwagę wzięto zagadnienia dotyczące wody i odpadów, w szczególności zminimalizowanie odpadów i zdolność do ponownego użycia pozostałości i wody w zakresie danej technologii lub w innych technologiach. Przy dobieraniu technologii, pod uwagę bierze się również czynnik w postaci energii zużywanej w określonych procesach.

Z tych względów, dobór BAT w sensie ogólnym jest złożony i uzależniony od powyższych czynników. Zmieniające się wymagania oznaczają, że na BAT wpływają głównie dostępne surowce na określonym terenie i wymagana wydajność instalacji, tj. problemy właściwe dla określonego terenu.

Zalecaną metodologię, którą zastosowano w niniejszym opracowaniu, można streścić w poniższych punktach:-

- Sprawdzenie określonej technologii w przemyśle i jej niezawodności;
- Ograniczenia dotyczące materiału wsadowego, który może być przetwarzany;
- Na dobór technologii wpływa rodzaj materiału zasilającego i inne materiały w nim zawarte;
- Ograniczenia w zakresie poziomu produkcji. – np. sprawdzona górna wartość graniczna lub minimalna wydajność wymagana z ekonomicznego punktu widzenia;
- Możliwość zastosowania najnowszych i efektywnych technik wychwytu i ograniczania emisji dla danej technologii.
- Możliwość osiągnięcia najniższych poziomów emisji za pomocą kombinacji technologii i ograniczania emisji. Odpowiadające im emisje przedstawione są w dalszej części.
- Inne aspekty takie jak bezpieczeństwo związane z technologiami.

W czasie pisania tego dokumentu kilka procesów i kombinacji środków ograniczających jest w stanie pracować według najwyższych standardów środowiskowych i spełniać wymagania BAT. Procesy różnią się pod względem wydajności i materiałów, jakie mogą być stosowane i dlatego włączonych jest kilka kombinacji. Wszystkie procesy maksymalizują ponowne wykorzystywanie pozostałości i minimalizują emisje do wody. Procesy różnią się pod względem ekonomiczności. Niektóre procesy muszą pracować z wysoką wydajnością aby były ekonomiczne w eksploatacji, podczas gdy inne nie są zdolne do osiągnięcia wysokich wydajności.

Techniki zbierania i ograniczania zanieczyszczeń stosowane z tymi procesami były omawiane w ramach technik , które należy wziąć pod uwagę przy ustalaniu BAT i jeśli są zastosowane w połączeniu z procesem metalurgicznym, będą dawać w wyniku wysoki poziom ochrony środowiska.

Jak wskazano we wstępie ogólnym do niniejszego dokumentu, ten rozdział proponuje techniki i emisje, które są uważane zazwyczaj za zgodne z BAT. Celem jest dostarczenie ogólnych wskazań poziomów emisji i zużycia, które mogłyby być traktowane jako odpowiedni punkt wyjściowy poziomów odpowiadających BAT. Jest to realizowane przez przytaczanie osiągalnych poziomów w zakresach, które mają najczęściej zastosowanie do nowych i modernizowanych instalacji. Istniejące instalacje mogą mieć ograniczenia takie jak brak przestrzeni lub wysokości, które uniemożliwiają pełne zastosowanie technik.

Poziom będzie się również zmieniał z czasem zależnie od stanu wyposażenia, jego konserwacji i sterowania procesu instalacji ograniczania zanieczyszczeń. Działanie procesu źródłowego będzie również wpływać na osiągi, ponieważ prawdopodobnie będą miały miejsce zmiany temperatury, objętości gazu a nawet charakterystyk materiału przez cały proces lub jego część. Dlatego osiągalne emisje są tylko bazą pozwalającą na ocenę rzeczywistych osiągnięć instalacji. Na lokalnym poziomie musi być uwzględniana dynamika procesu i inne zagadnienia specyficzne dla konkretnego miejsca.

11.4.1 Transport i składowanie materiałów

Wnioski wyciągnięte dla najlepszych dostępnych technik dla etapów obsługi/transportu i składowania materiałów są przedstawione w rozdziale 2.17 niniejszego dokumentu i mają zastosowanie do materiałów w tym rozdziale.

Następująca tabela podsumowuje techniki.

Material	Składowanie	Transport	Obróbka wstępna	Uwagi
Węgiel lub koks.	Kryte place składowe, silosy.	Kryte przenośniki jeśli materiał nie pyłący. Pneumatyczny		
Paliwo i inne oleje. Rozpuszczalniki	Zbiorniki lub beczki w obwałowanych miejscach	Zabezpieczony rurociąg lub system ręczny		Odpowietrzanie wsteczne zbiorników magazynowych
Topniki.	Zamknięte (silosy)	Zamknięte przenośniki ze zbieraniem pyłu. Pneumatyczny.	Mieszanie z koncentratami lub innymi materiałem.	
Koncentraty, produkty pośrednie.	Zamknięte jest generowany jest pył	Zamknięte ze zbieraniem pyłu. Zamknięty przenośnik lub pneumatyczny	Mieszanie z zastosowaniem przenośników. Suszenie lub spiekanie.	
Gazy technologiczne	Dopuszczone zbiorniki ciśnieniowe.	Bezpieczne pompowanie gazu lub systemy próżniowe		Alarmy gazowe w rejonach magazynowania i procesu.
Pył miałki.	Zamknięte.	Zamknięte ze zbieraniem pyłu. Pneumatyczny	Mieszanie, aglomerowanie	
Pył gruby (surowiec lub żużel granulowany)	Kryte place składowe	Ładowarka mechaniczna.	Kruszenie lub mielenie	Zbieranie oleju w razie potrzeby
Kawałkowiec (surowiec lub żużel)	Pod gołym niebem	Ładowarka mechaniczna.	Kruszenie lub mielenie	Zbieranie oleju w razie potrzeby
Całe pozycje	Pod gołym niebem lub kryte place składowe	Ładowarka mechaniczna.		Zbieranie oleju w razie potrzeby
Kwasy: - Kwas zużyty Kwas jako produkt z procesu	Zbiorniki kwasoodporne. Zbiorniki kwasoodporne.		Sprzedaż lub zobojętnianie Sprzedaż	
Produkty – Katody, kęsy i placek. Proszki.	Pod gołym niebem na betonowym podłożu lub składowisko kryte. Beczki lub worki			
Pozostałości pochodzące z procesu.	Kryte lub zamknięte zależnie od tworzenia pyłu.	Zależy od warunków.		Odpowiedni system drenażowy.
Odpady do usuwania.	Kryte lub zamknięte place składowane lub uszczelnione (beczki)	Zależy od warunków.		Odpowiedni system drenażowy.

	zależnie od fizycznego i chemicznego stanu materiału.			
--	---	--	--	--

Tabela 11.14: Metody składowania, transportu i obróbki wstępnej dla niklu i kobaltu

11.4.2 Wybór procesu

Nie można postawić wniosku, że pojedynczy proces produkcyjny może być stosowany do wszystkich etapów do produkcji metali w tej grupie.

11.4.2.1 Procesy pirometalurgiczne

Procesy pirometalurgiczne, które są opisane jako techniki, które należy wziąć pod uwagę, tworzą bazę BAT. W czasie pisania tego dokumentu piec zawieszinowy Outokumpu, który stanowi część procesu DON, jest uważany za BAT dla wytapiania koncentratów niklu, jeśli jest stosowany ze skutecznym wyposażeniem zbierania i ograniczania. Podobnie piec zawieszinowy INCO i uszczelniony elektryczny piec łukowy z konwertorem może być również uważany za BAT.

11.4.2.2 Procesy rafinacji i transformacji

Procesy rafinacji i transformacji, które są opisane jako techniki, które należy wziąć pod uwagę przy ustalaniu BAT, jeśli są stosowane ze skutecznymi technikami zbierania i oczyszczania gazów i cieczy. Tabela 11.16 podsumowuje stosowane techniki i opcje oczyszczania.

11.4.3 Zbieranie i ograniczanie gazu

Stosowanie uszczelnionych reaktorów, gdzie to możliwe, dla stopni ługowania i ekstrakcji rozpuszczalnikowej, umożliwi ograniczanie i zbieranie gazów i oparów i ich ponowne wykorzystywanie. Techniki te są uważane za BAT.

Istnieją sytuacje, kiedy uszczelnianie nie jest możliwe, na przykład w przypadku sedymentacyjnych kąpieli krytych. Zbieranie oparów z wyposażenia półuszczelnego stanowi bardzo ważny składnik BAT, ponieważ masa emisji niezorganizowanych może być większa od masy emisji ograniczonych. Jest to zilustrowane w tabeli 11.6

Prawidłowe stosowanie uszczelnienia pieca i techniki zbierania oparów są uważane za BAT i jest związane ze stosowaniem właściwych technik zapobiegania i konserwacji. Techniki są podane w rozdziale 2.7 a kilka przykładów podano w rozdziale na temat technik, które należy wziąć pod uwagę.

Poniższa tabela daje przegląd pewnych technik odzysku i ograniczania, które mogą być stosowane dla różnych stopni procesu, pracującego na poziomie odpowiadającym BAT.

Stopień/etap procesu	Składnik w gazie odlotowym	Opcja ograniczania
Transport i składowanie materiałów.	Pył i metale.	Prawidłowe składowanie, transport i przesywanie. W razie potrzeby zbieranie pyłu i filtr tkaninowy.
Mielenie, suszenie.	Pył i metale.	Prowadzenie procesu. Zbieranie gazu i filtr

		tkaninowy.
Wytapianie i proces konwertorowy (ruda siarczkowa)	Pył, metale i dwutlenek siarki	Zbieranie gazu, oczyszczanie gazu i instalacja gazu siarkowego.
Obróbka żużlu	Pył i metale. Dwutlenek siarki. Tlenek węgla.	Zbieranie gazu, chłodzenie i filtr tkaninowy. Skruber. Dopalacz.
Ługowanie i rafinacja chemiczna.	Chlor.	Zbieranie gazu i ponowne wykorzystywanie, skruber chemiczny.
Rafinacja karbonylowa.	Tlenek węgla. Wodór.	Proces uszczelniony, odzysk i ponowne wykorzystywanie. Dopalacz i usuwanie pyłu w filtrze tkaninowym dla gazu wydmuchowego.
Ekstrakcja rozpuszczalnikowa.	Lotne związki organiczne (zależne od stosowanego rozpuszczalnika i powinny być oznaczone lokalnie dla oceny możliwego zagrożenia)	Ograniczanie, zbieranie gazu, odzysk rozpuszczalnika w razie potrzeby adsorpcja na węglu.
Rafinacja cieplna.	Pył i metal. Dwutlenek siarki.	Zbieranie gazu i filtr tkaninowy. W razie potrzeby skruber dla SO ₂ .
Produkcja proszku	Amoniak	Zbieranie gazu i odzysk. Skruber z czynnikiem kwaśnym.
Redukcja wysokotemperaturowa	Wodór.	Proces uszczelniony, ponowne wykorzystanie. Dopalacz.
Elektrolityczne otrzymywanie metalu.	Chlor Kwaśna mgła.	Zbieranie gazu i ponowne wykorzystanie. Skruber. Eliminator mgły.
Topienie i odlewanie.	Pył i metale.	Zbieranie gazu i filtr tkaninowy.
<p>Uwaga. * Ograniczanie pyłu za pomocą filtra tkaninowego może wymagać usuwania gorących cząsteczek pyłu aby zapobiec możliwości powstania pożaru. W systemie oczyszczania gazu byłyby stosowane gorące filtry elektrostatyczne przed instalacją kwasu siarkowego.</p>		

Tabela 11.15: Podsumowanie opcji ograniczania uważanych za najlepsze dostępne techniki

11.4.3.1 Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu najlepszych dostępnych technik BAT

Emisje do powietrza obejmują zbierane/ograniczane emisje z różnych źródeł, plus emisje niezorganizowane lub emisje niewyłapywane z tych źródeł. Nowoczesne, dobrze prowadzone systemy ograniczania skutecznie usuwają substancje zanieczyszczające, a informacje dostępne w czasie pisania tego dokumentu wskazują, że emisje niezorganizowane mogą być największym źródłem emisji do powietrza.

a) Przy wytapianiu koncentratów niklu całkowite emisje do powietrza pochodzą z:

- odbioru materiału, składowania, mieszania i pobierania próbek.
- wytapiania, procesu konwertorowego i pieców do oczyszczania żużlu łącznie z systemem przesyłania i oczyszczania gorącego gazu.
- systemu transportu żużlu.
- mokrego chłodzenia gazu i sekcji oczyszczania oraz instalacji kwasu siarkowego.

b) Przy rafinacji kamienia niklowego całkowite emisje do powietrza pochodzą z:

- procesu przygotowania i rozdrabniania kamienia niklowego.
- stopni ługowania i strącania.
- ekstrakcji rozpuszczalnikowej i stopni oczyszczania.
- procesu elektrolitycznego otrzymywania metalu.

c) Przy procesie rafinacji karbonylowej całkowite emisje do powietrza pochodzą z:

- odbioru i składowania materiału.
- reaktorów uwodorniania i rafinacji.
- urządzeń rozkładających substancje szkodliwe łącznie z systemem transportu gazu i dopalania.

d) Przy produkcji blach lub wlewków całkowite emisje do powietrza pochodzą z:

- odbioru i składowania materiału.
- pieców topienia, rafinacji i podtrzymywania łącznie z systemem transportu i oczyszczania gorącego gazu.
- maszynierii odlewniczej, jednostek produkcyjnych i wyposażenia pomocniczego.

Przeprowadzono pomiary u jednego z głównych takich producentów miedzi/niklu. Wyniki wyraźnie dowodzą, że emisje niezorganizowane dominowałyby gdyby nie były zbierane i oczyszczane (tabela 11.16). Następujące tabele podsumowują emisje odpowiadające stosowaniu BAT.

Środek zanieczyszczający	Zakres odpowiadający stosowaniu BAT	Techniki jakie mogą być stosowane dla osiągnięcia tych poziomów	Uwagi
Pył	1 - 5 mg/Nm ³	Filtr tkaninowy	Wysokosprawne filtry tkaninowe mogą zapewnić niskie poziomy metali ciężkich. Stężenie metali ciężkich jest związane z zawartością pyłu i zawartością metali w pyle
NO _x	< 100 mg/Nm ³ < 100 - 300 mg/Nm ³	Palnik z niskimi zawartościami NO _x Palnik tlenowo-paliwowy	Wyższe wartości są związane ze wzbogacaniem tlenem w celu redukcji zużycia energii. W tych przypadkach zredukowana jest masa i wielkość (objętość) emisji.
Całkowity węgiel organiczny jako C	< 5 - 15 mg/Nm ³ < 5 - 50 mg/Nm ³	Dopalacz Zoptymalizowane spalanie.	

Dioksyny	< 0,1 - 0,5 ng TEQ/Nm ³	Wysokoskuteczny system usuwania pyłu (tj. filtr tkaninowy), dopalacz z następującymi po nim gaszeniem. Do dyspozycji są inne techniki (np. adsorpcja przez węgiel aktywny, katalizator utleniający).	Dla uzyskania niskich poziomów dioksyn konieczne jest dalsze oczyszczanie odpylonego gazu.
<p>Uwaga. Tylko zbierane emisje. Emisje odpowiadające stosowaniu BAT są podane jako średnie dzienne w oparciu o ciągły monitoring w okresie roboczym. W przypadkach gdzie ciągły monitoring nie jest wykonalny wartość jest średnią za okres pobierania próbek. Dla stosowanego systemu ograniczania charakterystyki gazu i pyłu będą brane pod uwagę przy projektowaniu systemu i stosowaniu prawidłowej temperatury roboczej.</p>			

Tabela 11.16: Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu BAT pochodzące z obróbki wstępnej spielania materiałów lub dopalania, prażenia, wytapiania, rafinacji cieplnej, i topienia przy produkcji niklu i kobaltu

Środek zanieczyszczający	Zakres odpowiadający stosowaniu BAT	Techniki jakie mogą być stosowane dla osiągnięcia tych poziomów	Uwagi
Kwaśne mgły Kwaśne gazy	< 50 mg/Nm ³ < 50 mg/Nm ³	Eliminator mgły Skruber alkaliczny.	Eliminator mgły umożliwia ponowne wykorzystanie zbieranego kwasu.
Amoniak	< 5 mg/Nm ³	Skruber kwaśny	
Chlor	0,5 mg/Nm ³	Zbieranie i ponowne wykorzystanie. Skruber alkaliczny.	
CO i karbonyle	5 mg/Nm ³	Sterowanie procesu i uszczelniony reaktor.	Tylko dla procesu karbonylowego – patrz wyżej dla stopnia spielania.
NO _x	< 100 mg/Nm ³	Skruber utleniający	
Lotne związki organiczne lub rozpuszczalniki jako C	< 5 - 15 mg/Nm ³	Ograniczanie, skraplacz, filtr węglowy lub biofiltr.	
<p>Uwaga. Tylko zbierane emisje. Emisje odpowiadające BAT podane są jako średnie dzienne w oparciu o ciągły monitoring w okresie roboczym. W przypadkach gdzie ciągły monitoring nie jest wykonalny wartość jest średnią za okres pobierania próbek. Dla stosowanego systemu ograniczania charakterystyki gazu i pyłu będą brane pod uwagę przy projektowaniu systemu i stosowaniu prawidłowej temperatury roboczej.</p>			

Tabela 11.17: Emisje do powietrza odpowiadające stosowaniu BAT, pochodzące z ługowania, ekstrakcji chemicznej i rafinacji, elektrolitycznego otrzymywania metali i ekstrakcji rozpuszczalnikowej, przy produkcji niklu i kobaltu

Środek zanieczyszczający	Zakres odpowiadający stosowaniu BAT	Techniki jakie mogą być stosowane dla osiągnięcia tych poziomów	Uwagi

Gazy odlotowe z niską zawartością SO ₂ (~ 1 – 4%)	> 99,1	Jednokontaktowa instalacja kwasu siarkowego lub WSA, (zawartość SO ₂ w gazie wydmuchowym zależy od mocy gazu wejściowego)	Dla gazów z niską zawartością SO ₂ . W połączeniu z suchą płuczką lub półsuchą płuczką do redukcji emisji SO ₂ i produkcji gipsu jeśli jest rynek na gips.
Gazy odlotowe z wysoką zawartością SO ₂ (> 5%)	Współczynnik przemiany > 99,7%	Dwukontaktowa instalacja kwasu siarkowego (zawartość SO ₂ w gazie wydmuchowym zależy od mocy gazu wejściowego) Eliminator mgły może być odpowiedni do końcowego usuwania SO ₃	Bardzo niskie poziomy dla innych środków zanieczyszczających przenoszonych przez powietrze mogą być osiągnięte przez intensywne oczyszczanie gazu przed instalacją kwasu siarkowego (płukanie mokre, elektrofiltr mokry i, w razie potrzeby, usuwanie rtęci dla zapewnienia dobrej jakości produkowanego H ₂ SO ₄
<p>Uwaga. Tylko zbierane emisje. Emisje odpowiadające BAT są podane jako średnie dzienne w oparciu o ciągły monitoring w okresie roboczym. W przypadkach gdzie ciągły monitoring nie jest wykonalny wartość jest średnią za okres pobierania próbek. Dla stosowanego systemu ograniczania charakterystyki gazu i pyłu będą brane pod uwagę przy projektowaniu systemu i stosowaniu prawidłowej temperatury roboczej.</p>			

Tabela 11.18: Emisje do powietrza, odpowiadające stosowaniu BAT, pochodzące z prażenia i wytapiania koncentratów siarczkowych i produktów pośrednich przy produkcji niklu i kobaltu.

Zawartość metalu w pyłe zmienia się w szerokim zakresie pomiędzy procesami. Oprócz odmian wśród podobnych pieców istnieje znacząca zmienność wynikająca ze stosowania różniących się surowców. W związku z tym nie można dokładnie podać w tym dokumencie osiągalnych stężeń dla wszystkich metali emitowanych do powietrza. Zagadnienie to jest specyficzne dla danego miejsca.

Pewne metale posiadają związki toksyczne, które mogą być emitowane z procesów i dlatego muszą być zredukowane aby spełnić specyficzne lokalne, regionalne lub dalekosiężne normy jakości powietrza. Uważa się, że niskie stężenia metali ciężkich są związane ze stosowaniem wysokowydajnych, nowoczesnych systemów ograniczania takich jak membranowy filtr tkaninowy pod warunkiem, że temperatura robocza jest właściwa i że przy projektowaniu są brane pod uwagę charakterystyki gazu i pyłu.

11.4.4 Ścieki

Ścieki są zagadnieniem specyficznym dla danego miejsca. Wszystkie ścieki są oczyszczane ażeby usunąć z nich zawieszinę stałą, metale, oleje i materiał organiczny oraz wchłonięte składniki; w razie potrzeby ścieki powinny być zubożone. Mają zastosowanie następujące podstawowe zasady.

- Dla skruberów i systemów chłodzenia odpowiednie są zamknięte obiegi wody.
- Upusty (zrzuty) z obiegów zamkniętych wody muszą być oczyszczane ażeby usunąć z wody zawieszinę stałą i związki metalu.
- Oczyszczone ścieki powinny być zwracane i ponownie wykorzystywane w maksymalnym stopniu.
- Ciecze popłuczkowe powinny być również oczyszczane i analizowane przed zrzucaniem.

- W miarę możliwości objęcie systemami ściekowymi całego zakładu i oczyszczanie ścieków stosownie do ich zawartości z analizą przed zrzucaniem.

Przy produkcji kobaltu i niklu całkowite emisje do wody pochodzą z:

- Systemu obróbki lub granulacji żużlu.
- Stosowanego procesu rafinacji, z procesu elektrolitycznego otrzymywania metali i z sekcji ługowania.
- Systemu oczyszczania ścieków.

11.4.5 Pozostałości pochodzące z procesu

Procesy produkcyjne zostały opracowane przez przemysł tak, ażeby w maksymalnym stopniu ponownie wykorzystywać większość pozostałości pochodzących z procesu w jednostkach produkcyjnych lub ażeby produkować pozostałości w postaci, która umożliwia ich wykorzystywanie w innych procesach produkcyjnych metali nieżelaznych. Tabela 11.12 podaje przegląd możliwych zastosowań końcowych pozostałości i przykładowe ilości.

Ilość generowanych pozostałości w decydującym stopniu zależy od surowców, a zwłaszcza od zawartości żelaza w materiałach pierwotnych, od zawartości innych metali nieżelaznych w materiałach pierwotnych i wtórnych i od obecności innych zanieczyszczeń takich jak materiały organiczne. W związku z tym emisje do gleby są bardzo specyficzne dla materiału i miejsca i dlatego nie jest możliwe sporządzenie realistycznej, typowej tabeli ilości, które odpowiadają stosowaniu BAT.

Techniki prezentowane w rozdziale 2.10 dla minimalizacji odpadów będą częścią BAT dla tego sektora.

11.4.6 Koszty związane z technikami

Dane kosztów zostały zebrane dla szeregu odmian procesu i systemów ograniczania. Koszty są bardzo specyficzne dla danego miejsca i zależą od szeregu czynników ale podane zakresy umożliwiają dokonanie pewnych porównań. Dane są podane w załączniku do tego dokumentu tak, że można przeprowadzić porównanie kosztów dla procesów i systemów ograniczania dla całego przemysłu metali nieżelaznych.

11.5 Nowo powstające technologie

Informowano o różnych opracowaniach w zakresie stosowania niskociśnieniowego i atmosferycznego ługowania dla produkcji niklu z rud siarczkowych. Głównymi procesami są [tm 112, Finlandia Ni 1999]: -

- Ługowanie activox – rozdrabnianie na miazgę i ługowanie w 100 °C, 10 bar.
- Bio-ługowanie dla rud mieszanych zawierających miedź lub złoto, wykorzystując bakterie utleniające żelazo i siarkę.
- Proces CESL – ługowanie chlorkowe w roztworze siarczkowym stosujące chlorek żelaza.

Procesy sprawdziły się w skali doświadczalnej.

- W budowie są trzy nowe instalacje lub są na etapie rozruchu dla ciśnieniowego ługowania laterytów z zastosowaniem kwasu siarkowego [tm 142, Finland Ni 1999 – Finlandia Ni 1999].

Procesy są podobne do procesu stosowanego na Kubie, ale do usuwania innych metali stosowane są inne stopnie oczyszczania. W trakcie opracowywania jest również proces atmosferycznego ługowania chlorkowego dla laterytów.

- W Niemczech w trakcie rozruchu jest proces odzyskiwania niklu i cynku z pozostałości stosujący piec tlenowo-paliwowy i system rafinacji z użyciem ekstrakcji rozpuszczalnikowej z roztworów siarczanu. W czasie pisania tego dokumentu dane nie były dostępne.
-