

3 Technologie produkcji miedzi i jej stopów (włączając w to Sn i Be) z surowców pierwotnych i wtórnych

3.1 Stosowane technologie i techniki

3.1.1 Miedź pierwotna

Miedź hutniczą można wytwarzać z pierwotnych koncentratów i innych materiałów w procesach pirometalurgicznych i hydrometalurgicznych [tm 22, EC 1991; tm 27, HMIP (Inspektorat ds. Zanieczyszczeń Środowiska JKM) Cu 1993; tm 26, PARCOM 1996]. Koncentraty zawierają różne ilości innych metali oprócz miedzi; w celu wydzielenia i odzyskania takich metali w maksymalnie możliwym stopniu, stosowane są różne stopnie przetwarzania [tm 92, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. Podstawowe technologie przedstawione są niżej.

3.1.1.1 Proces pirometalurgiczny

W zależności od stosowanych koncentratów, proces ten składa się z wielu etapów. Większość koncentratów jest typu siarczkowego; etapami technologicznymi są tu: prażenie, wytapianie, proces konwertorowy, rafinacja i rafinacja elektrolityczna. Przegląd wszystkich pieców wymienionych w niniejszej części przedstawiony jest w rozdziale 2; więcej szczegółowych informacji przedstawiono w niniejszym rozdziale w punkcie dotyczącym technik [tm, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998].

3.1.1.1.1 Wytapianie kamienia miedziowego z koncentratu

Częściowe prażenie powoduje przemianę złożonych siarczków żelaza i miedzi zawartych w koncentracie na siarczki proste, przez podgrzanie rudy lub koncentratu w warunkach utleniających. Wytwarzane w tym procesie gazy na bazie siarki kierowane są do lokalnych instalacji kwasowych w celu ich wykorzystania jako surowca do produkcji kwasu siarkowego lub do produkcji ciekłego SO_2 . Następnie, siarczki miedzi oddzielane są od innych ciał stałych występujących w rudach, przez tworzenie krzemianów, a w szczególności krzemianów żelaza na etapie wytapiania. Reakcja ta zależy od wysokiego powinowactwa chemicznego miedzi w stosunku do siarki, w porównaniu z powinowactwem do innych zanieczyszczeń metalicznych. Zwykle nie jest stosowane częściowe prażenie.

Prażenie i wytapianie wykonywane jest zwykle jednocześnie w jednym piecu, w wysokich temperaturach, w celu uzyskania kąpieli, którą można rozdzielić na kamień (siarczek miedzi i pewną ilość siarczku żelaza) i żużel, bogaty w żelazo i w krzemionkę. W celu wsparcia tworzenia się żużla, do kąpieli dodaje się zwykle topnik zawierający krzemionkę i, w razie potrzeby, wapno (CaO).

Praktycznie stosowane są dwa podstawowe procesy wytapiania, tj. wytapianie kąpielowe i wytapianie zawieszinowe. W procesie wytapiania zawieszinowego do uzyskania operacji egzotermicznej (bez doprowadzania ciepła z zewnątrz) lub prawie egzotermicznej stosuje się wzbogacanie tlenem. W procesach wytopu kąpielowego stosuje się generalnie niższy stopień wzbogacania tlenem. Zastosowanie tlenu zwiększa również stężenie dwutlenku siarki, co umożliwia efektywniejszy wychwyt gazów za pomocą jednego z systemów do odzyskiwania siarki (zwykle dla produkcji kwasu siarkowego lub produkcji ciekłego dwutlenku siarki).

Wytapianie kąpielowo wykonywane jest w wielu piecach firmowych, takich jak piec płomienny, elektryczny, ISA Smelt, Noranda, Mitshubishi, Teniente, Vanyucov [tm 22, EC 1991; tm 26, PARCOM 1996; tm 137, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. Wszystkie te technologie opierają się na procesach prażenia i wytapiania zachodzących w kąpeli z oddzielaniem żużlu i kamienia; spust odbywa się na różne sposoby. Niektóre piece mogą pracować bez wstępnego osuszania koncentratu, natomiast przegrzana para wodna zwiększa objętość gazów.

Technologia wytapiania	Stan rozwoju		Aspekty ekonomiczne		Uwagi
	Stan zastosowania w skali przemysłowej	Skutki dla środowiska: potencjalne lub ograniczenia	Wykonalność ekonomiczna	Poziom produkcji: potencjalny i/lub ograniczenia	
Wytapianie w piecu płomiennym	Technologia wprowadzona w skali przemysłowej.	Ograniczone w pewnym zakresie	Akceptowana	Ograniczenia w zakresie szybkości wytapiania jednego urządzenia.	
Częściowe prażenie i wytapianie w piecu elektrycznym	Technologia wprowadzona w skali przemysłowej.	Dobre	Dobra	Ograniczenia w zakresie szybkości wytapiania.	Możliwy czynnik ograniczający w postaci wielkości pieca prażalniczego.
Wytapianie zawieszinowe Outokumpu i proces konwertorowy Peirce-Smitha	Technologia wprowadzona w skali przemysłowej.	Dobre	Dobra	W zależności od konstrukcji pieca i rodzaju koncentratów, w 1 urządzeniu możliwa jest bardzo wysoka szybkość wytapiania.	Ogólnosiwiatowa „standardowa” koncepcja wytapiania miedzi pierwotnej z potencjałem dla udoskonalenia.
Wytapianie zawieszinowe Inco	Technologia wprowadzona w skali przemysłowej.	Dobre	Dobra	Ograniczenia w zakresie wykazanej szybkości wytapiania na jednostkę.	Wielkość zainstalowanych pieców. Nadal rezerwa potencjału.
Proces Contop	Zastosowana w 1 zakładzie	Prawdopodobnie dobre	Prawdopodobnie akceptowana	Ograniczenia wprowadzone przez wielkość osadzania. Można zainstalować piec i wiele palników.	Tylko palnik cyklonowy. Technologia wprowadzona w skali przemysłowej.
Konwertor Teniente, technologia Noranda	Technologia wprowadzona w skali przemysłowej.	Dobre	Dobra	Ograniczenia w zakresie szybkości wytapiania przez wielkość reaktora oraz wartości graniczne wzbogacania O ₂ .	W stosunku do innych procesów stosunkowo większa ilość powietrza wlotowego wymagająca większego wysiłku dla wychwytu gazów technologicznych.
ISA Smelt	Pracuje w 3 zakładach	Dobre	Dobra	Nie testowana górna szybkość produkcji na urządzenie.	Potencjał dla dalszego udoskonalenia.
Proces Vanyucova	6 pieców w skali przemysłowej w Rosji i w Kazachstanie.	Potencjalnie dobre.	Prawdopodobnie dobra	Brak dostępnej skończonej analizy.	Niedostępne informacje dla konkretnej oceny; zasadniczo, technologia ta może mieć znaczny potencjał.
Proces Bayina	Nieznana dokładna ilość. Pracują przynajmniej 2 urządzenia przemysłowe.	Potencjalnie dobre.	Nieznana	Brak dostępnej skończonej analizy; wg dostępnych informacji, osiągnięte są wielkości produkcji do 75000 t/r Cu.	Niedostępne konkretne informacje. Może mieć znaczny potencjał.
Wytapianie zawieszinowe bezpośrednie miedzi konwertorowej Outokumpu	Technologia wprowadzona w skali przemysłowej.	Dobre	Dobra		Stosowane do koncentratów z niskim odpadem żelaza/żużlu.
Proces Mitsubishi ciągłego	Technologia wprowadzona w	Dobre	Dobra	Dotąd osiągnięty poziom produkcji	Potencjał dla dalszego rozwoju.

wytapiania miedzi	skali przemysłowej.			> 200000 t/r	
Konwertor ciągłego procesu zawieszinowego Kennecott/ Outokumpu	Pracuje w jednym zakładzie. Druga instalacja zamówiona	Dobre	Dobra	Stosowana wyższa skala produkcji dla uzasadnienia inwestycji.	Potencjał dla istotnego dalszego rozwoju.
Ciągły proces konwertorowy Noranda	Ostatnio przekazany do eksploatacji w Horne na skalę przemysłową.	Dobre	Brak dostępnych danych dla końcowej analizy.	Brak dostępnych danych dla końcowej analizy.	Efektywnie dostępny potencjał oczekuje na ocenę, gdy dostępne będą dane eksploatacyjne.

Tabela: 3.1: Technologie wytapiania miedzi hutniczej.
[tm 137 Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]

Różnice między tymi procesami mogą być ogromne, np. w położeniach punktów dodawania powietrza/tlenu lub paliwa; niektóre procesy pracują na zasadzie okresowej. Kąpielowe piece do wytapiania pracują zasadniczo z piecem podgrzewającym lub z osobnym odstojnikiem. Ogólne opisy przedstawione są w rozdziale 2 oraz w innych miejscach [tm 137, Cu Expert Group 1998 – Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998].

Wytapianie zawieszinowe wykonywane jest w piecach do wytapiania zawieszinowego Outokumpu lub w piecach do wytapiania zawieszinowego INCO [tm 22, EC 1991; tm 26, PARCOM 1996] lub w piecu cyklonowym (Contop). W technologii Outokumpu i cyklonowej wykorzystywane jest wzbogacanie tlenem, a w technologii INCO stosowany jest tlen techniczny. Wytapianie zawieszinowe polega na prażeniu i przetapianiu suchego koncentratu w postaci cząsteczek stałych unoszących się w powietrzu. Cząsteczki, które weszły w reakcję opadają do odstojnika, w którym następuje oddzielenie kamienia i żużlu; w osadniku używane jest czasami dodatkowe paliwo dla podtrzymania temperatury.

Następnie spuszcza się kamień i żużel, które są dalej przetwarzane, a gazy wyprowadzane są z pieca przez pionową komorę do wymiennika ciepła.

Oprócz przedstawionych wyżej technik, na świecie stosowane są inne techniki, niż procesy wytapiania kąpielowego lub wytapiania zawieszinowego [tm 137, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998].

W przeszłości do wytapiania miedzi hutniczej używane były również konwertory obrotowe z górnym dmuchem (TBRC). Nie są one już używane głównie z powodu wysokich kosztów eksploatacji.

Do wytapiania kamienia miedziowego używane są również piece płomienne, lecz nie na terenie UE. W piecach tych nie jest wykorzystywana zawartość energetyczna siarki i żelaza w koncentracie; do wytopu koncentratów stosowane jest tu paliwo kopalne, którego gorące gazy spalania omiatają trzon. Z tego względu technologia ta nie jest tak efektywna jak inne przedstawione technologie. Gazy spalania dodawane są do ogólnej objętości gazów, czego wynikiem jest bardzo niska zawartości dwutlenku siarki, który jest bardzo trudno skutecznie usunąć. Stosowanie pieców płomiennych spadło znacznie od lat 70-tych XX w. Zawartość SO₂ w gazach odlotowych jest zwykle bardzo niska, co oznacza, że nie można ich przetwarzać w instalacji do wytwarzania kwasu.

Technologia	Ilość zakładów wykorzystujących tę technologię	Ilość pieców	Produkcja miedzi konwertorowej 1998 '000 t/r
Wytapianie zawieszinowe Outokumpu	26	26	3801
Wytapianie zawieszinowe Outokumpu, bezpośrednia miedź konwertorowa	2	2	238
Piec płomienny	27	37	1604
Reaktor El Teniente	7	12	1344
Piec elektryczny	6	8	560
Piec szybowy	14	29	548
Technologia Mitsubishi	4	4	497
Wytapianie zawieszinowe Inco	3	3	448
Technologia Vanuuykov	3	5	448
ISA Smelt	3	3	269
Reaktor Noranda	2	2	197
Contop	1	1	116
Technologia Bayina	1	1	57
Kivcet	1	1	15

Tabela 3.2: Stosowane na świecie technologie wytapiania

3.1.1.1.2 Proces konwertorowy

Stosowane są dwa typy procesu konwertorowego: - konwencjonalny proces okresowy, stosowany najpowszechniej oraz ciągły proces konwertorowy [tm 137 Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998].

a) Okresowy proces konwertorowy

Okresowy proces konwertorowy składa się z dwóch etapów. Proces ten polega na przedmuchaniu kamienia miedziowego, uzyskanego w operacji wytapiania, mieszaniną powietrza/tlenu. Najpowszechniej używany jest cylindryczny piec kąpielowy [tm 22, EC 1991; tm 26, PARCOM 1996], dodawane są topniki. Na pierwszym etapie utlenia się żelazo oraz część siarki i wytwarzany jest żużel oraz dwutlenek siarki; żużel jest okresowo odgarniany i jest następnie przetwarzany w celu odzyskania miedzi. Normalnie dmuchanie na pierwszym etapie jest wykonywane w kilku stopniach, z przyrostowymi dodatkami kamienia. Na drugim etapie przedmuchiwania miedzi, siarczek miedzi jest utleniony na miedź konwertorową (98,5% Cu) i wytwarza się więcej dwutlenku siarki. Miedź konwertorowa jest spuszcza na końcu świeżenia miedzi. Proces ten jest prowadzony w sposób regulujący zawartość końcową siarki i tlenu w miedzi konwertorowej. Wytworzony dwutlenek siarki jest dalej przetwarzany w celu odzyskania siarki, zwykle w instalacji kwasu siarkowego.

Reakcja jest silnie egzotermiczna i ulatniają się podczas niej zanieczyszczenia metaliczne w postaci ołowiu i cynku, które są następnie wychwytywane w instalacji ograniczającej emisję i odzyskiwane. Ciepło technologiczne można również wykorzystywać do wytapiania złomu anodowego i innego złomu miedziowego, bez dodawania ciepła pierwotnego. Na różnych etapach procesu

konwertorowego, w zależności od użytego typu pieca, mogą występować różnicowania w stężeniu dwutlenku siarki.

Konwertory Peirce-Smitha (P.S.) i Hobokena są eksploatowane okresowo (w rozdziale niniejszym konwertory te określa się jako konwertory Peirce-Smitha lub podobne). Są to cylindryczne piece kąpielowe z bocznymi dyszami powietrznymi do wdmuchiwania powietrza/tlenu. [tm 22, EC 1991; tm 26, PARCOM 1996]. Do okresowej przemiany kamienia na miedź konwertorową używany jest również piec ISA Smelt.

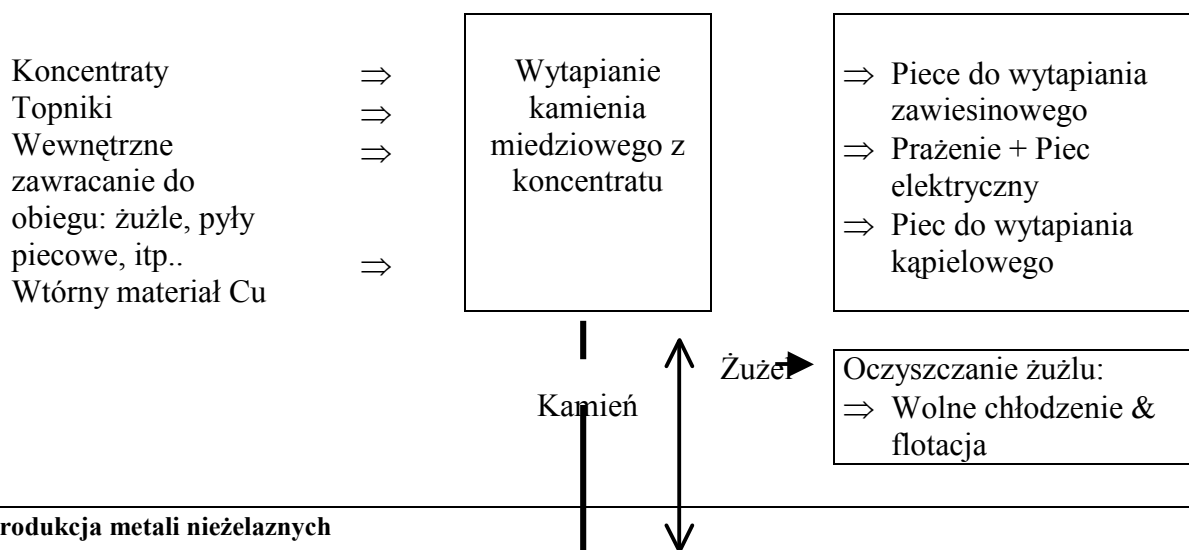
W przeszłości, dla okresowej przemiany miedzi hutniczej na miedź konwertorową stosowane były konwertory obrotowe z dmuchem górnym (TBRC), które nie są już używane.

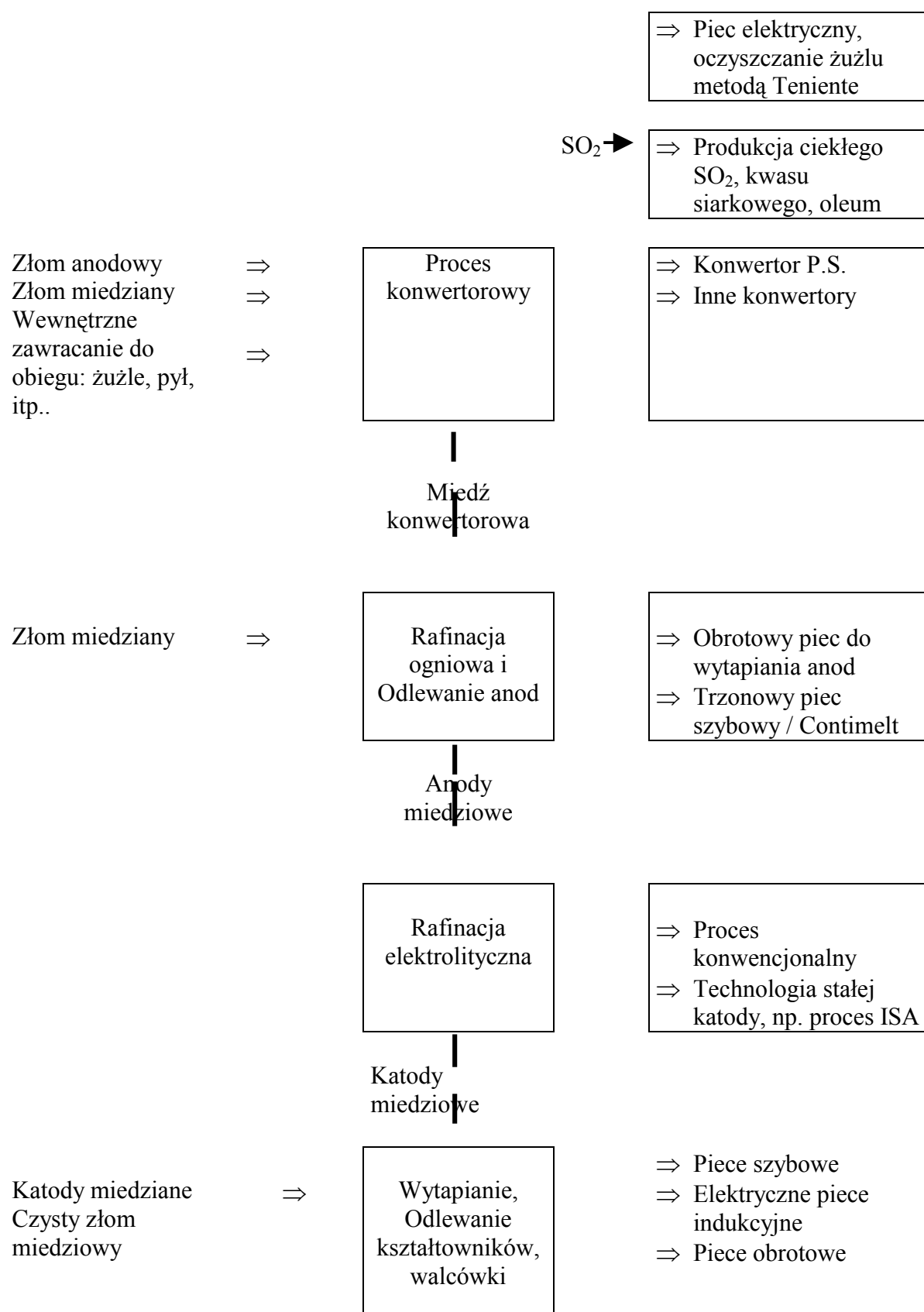
b) Ciągły proces konwertorowy

Piecami do ciągłych procesów konwertorowych stosowanymi w przemyśle są: piece do zawieszinowego procesu konwertorowego Kennecott/Outokumpu [tm 53 & tm 67 Kennecott 1997; tm 63 Outokumpu 1995], piec Mitsubishi (stanowiący część zintegrowanego procesu Mitsubishi) i – od niedawna – konwertor Noranda [tm 137 Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]

Do konwerterów Mitsubishi i Noranda doprowadzany jest roztopiony materiał do przetworzenia. Dla kontrastu, proces Kennecott/Outokumpu charakteryzuje się następującymi właściwościami: - kamień z pieca do wytapiania jest najpierw granulowany w wodzie, a następnie kruszony i osuszany. Materiał taki mieszany jest następnie ze środkami żuźlotwórczymi i doprowadzany jest do palnika koncentratów określonego pieca do wytapiania zawieszinowego stosującego atmosferę bogatą w tlen; przemiana zachodzi w unoszących się w powietrzu cząsteczkach stałych. W procesie tym wytwarzany jest dwutlenek siarki o wysokim i stałym stężeniu, który jest odzyskiwany. Żużel i miedź konwertorowa spuszczone są dla dalszego przetworzenia. Stosowanie kamienia rozdrobionego (kruszonego) umożliwia dostosowywanie jakości kamienia do szybkości doprowadzania oraz stopnia wzbogacenia tlenem dla uzyskania optymalnej efektywności przemiany, a ponadto umożliwia rozłączenie etapów produkcji i przetwarzania kamienia.

Między konwertorami o pracy okresowej i ciągłej istnieją znaczne różnice w koncepcji ich działania oraz różnicowania w wytwarzaniu dwutlenku siarki w całym cyklu konwertorowym. Występują również różnice w łatwości zbierania oparów podczas ładowania oraz w zdolności do topienia anod złomowych. W niektórych piecach do transportu kamienia, żużlu i miedzi konwertorowej stosowane są kadzie; mogą tu wystąpić emisje niezorganizowane. W jednym przypadku gazy wentylacyjne z konwertora są wychwytywane i oczyszczane, a w innym przypadku stosowany jest inteligentny system wtórnego wychwyty oparów [tm 201, Velten 1999].





Rysunek 3.1: Cykl produkcyjny miedzi hutniczej

3.1.1.1.3 Rafinacja ogniowa

Jest to następny etap oczyszczania stosowany dla metalu surowego (miedź konwertorowa) wytwarzanego na etapie konwersji. Etap rafinacji obejmuje dodanie powietrza, a następnie reduktora (np. węglowodorów, itp..) w celu zredukowania wszystkich istniejących tlenków [tm 22, EC 1991; tm 26, PARCOM 1996; tm 92 Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998].

Rafinację ogniową wykonuje się najpierw przez dmuchanie powietrza przez stopiony metal w celu utlenienia zanieczyszczeń i usunięcia końcowych śladów siarki, wytwarzając małą ilość żużlu. Następnie w celu zmniejszenia ilości wytwarzanego tlenku miedzi, dodawane jest źródło środka redukcyjnego w postaci gazu ziemnego lub propanu.

Jako reduktor może być również używany amoniak, lecz stwierdzone zostało, że zwiększa on poziomy NO_x [tm 215, Mining Engineering July 1999]. Dawniej jako źródło reduktora używane były drewniane żerdzie i kłody (które są nadal używane w nielicznych przypadkach) i z tego względu proces ten określany jest jako „żerdziowanie”. W niektórych instalacjach do obróbki gazów na etapie żerdziowania stosowany jest dopalacz. W pierwotnych i wtórnych piecach do wytapiania do rafinacji ogniowej stosowane są cylindryczne piece obrotowe (piece anodowe). Piece te podobne są do konwertora Peirce-Smitha; do dodawania gazu stosuje się w nich dysze powietrzne. Piece te ładowane są roztopioną miedzią. W niektórych procesach wtórnych stosuje się piece płomienne z lancami do dodawania powietrza; wsadem dla nich jest miedź konwertorowa i złom miedzi. Niektóre piece płomienne są przechylne i są wyposażone w dysze powietrzne.

Do rafinacji ogniowej, w przypadku wsadu w postaci materiału stałego, który należy najpierw stopić, używany jest również system Contimelt. Podczas produkcji półwyrobów wykonywana jest czasem rafinacja ogniowa. Stosowane są także układy pieców trzonowych szybowych (dla wytapiania okresowego) i pieców obrotowych (dla redukcji okresowej). Układy te można stosować dla materiałów podstawowych (miedź konwertorowa) i wtórnych (złom).

Metal z pieca anodowego odlewany jest na anody. Najpowszechniej stosowaną techniką jest karuzelowa maszyna rozlewnicza zawierająca szereg wlewnic w kształcie anody na obwodzie stołu obrotowego. W celu uzyskania zgodnej grubości anody, roztopiony metal dozowany jest do wlewnic; koło takie obraca się przeprowadzając anody przez szereg strumieni wody w celu ich ochłodzenia.

Alternatywnie do procesu zatrzymania-w-celu-odlania w układzie karuzelowym, anody miedziane wytwarzane są również w sposób ciągły za pomocą urządzenia do odlewania z podwójnym pasem typu Hazelett. Wytwarzana jest tu taśma miedziana o grubości odpowiadającej pożądanej grubości anody. Z taśmy takiej wytwarza się anody przez cięcie na tradycyjne kształty anod, lub wg systemu „Contilanod”, przez odlewanie łap anodowych w specjalnych bocznych blokach grzebieniowych, rozstawionych w określonych odstępach w urządzeniu do odlewania. Wstępnie uformowane płyty anod są odcinane za pomocą palnika plazmowego lub specjalnych nożyc. Zaletą tej metody jest jednorodność wytwarzanych anod; jednakże system ten należy starannie utrzymywać, a koszty eksploatacyjne są stosunkowo wyższe.

3.1.1.1.4 Rafinacja elektrolityczna

Stosowany jest tu elektrolizer składający się z odlewanej anody miedzianej i katody, zamontowanych w elektrolicie zawierającym siarczan miedzi i kwas siarkowy. Katoda wykonana jest w postaci cienkiego półwyrobu z czystej miedzi (blacha rozruchowa) lub blachy wstępnej ze stali nierdzewnej – płyta stałej katody (Proces Mount ISA i system Noranda/Kidd Greek) [tm 22,

EC 199; tm 26, PARCOM 1996; tm 92, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. Przy dużym natężeniu prądu i niskim napięciu, jony miedzi są odrywane od zanieczyszczonej anody i przechodzą do roztworu, z którego są osadzane na katodzie. Miedź usuwana jest z anody do takiego stopnia, aby resztkowa anoda była nadal na tyle mocna mechanicznie, aby nie ulegała opadnięciu. Resztkowa anoda zawracana jest następnie do procesu produkcyjnego, zwykle konwertorowego, do schłodzenia kąpieli i odzyskania miedzi. W przypadku używania trwałych płyt katodowych, można usunąć osady czystej miedzi i następnie, jak w przypadku stałych miedzianych płyt katodowych, stopić je i odlać na odpowiednie kształty.

Podczas rafinacji elektrolitycznej oddzielane są inne metale zawarte w anodach; metale rozpuszczalne takie jak Ni są rozpuszczane w elektrolicie, a metale nierozpuszczalne, takie jak metale szlachetne Se i Te, tworzą szlam anodowy osiadający w elektrolizerze. Szlam anodowy jest okresowo usuwany z elektrolizera, a wartościowe metale są odzyskiwane (patrz rozdział 6 „metale szlachetne”).

Część elektrolitu spuszczana jest z systemu. Miedź odzyskiwana jest za pomocą elektrolitycznego otrzymywania; w niektórych instalacjach, część odzyskiwana jest w postaci siarczanu miedzi. Parowanie, krystalizacja i dalsza rafinacja umożliwiają odzysk niklu w postaci siarczanu niklu. Do przetwarzania i usuwania arsenu stosowane są następujące techniki: - ekstrakcja rozpuszczalnikowa; wytrącanie podczas końcowego elektrolitycznego otrzymywania miedzi; wytrącanie z „czarnego kwasu”. W niektórych przypadkach wytwarzany jest arsenian miedzi, który przekształcany jest na arsenian chromowy miedzi stosowany jako środek do konserwacji drewna.

Zanieczyszczenia usuwane podczas rafinacji elektrolitycznej wykorzystywane są do wytwarzania miedzi katodowej o jakości przynajmniej równej lub wyższej od standardu jakości „klasy A” Londyńskiej Giełdy Metali. W poniższej tabeli przedstawiono skład anody i osiągniętą jakość katody. Należy wziąć pod uwagę, że poziom zanieczyszczeń w anodzie wpływa na jakość katody; poziom zanieczyszczeń w anodach zależy również od źródła koncentratu oraz materiału wtórnego.

Pierwiastek	Zawartość w anodzie* g/t	Zawartość w katodzie g/t
Srebro	600 - 720	9 - 10
Selen	50 - 510	< 0,5
Tellur	20 - 130	< 0,5
Arsen	700 - 760	< 1
Antymon	330 - 700	< 1
Bizmut	60	< 0,5
Ołów	990 - 500	< 1
Nikiel	1000 - 5000	< 3
Uwaga. *Jakość miedzi anodowej zależy od zawartości w surowcu.		

Tabela 3.3: Przykład usuwania zanieczyszczeń podczas rafinacji elektrolitycznej [tm 124, DFIU Cu 1999]

Aktualny trend to większe elektrolizery z większą ilością elektrod, które mają być stosowane w elektrolizerni oraz stosowanie wstępnych blach katodowych ze stali nierdzewnej [tm 92, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. Połączenie powyższych czynników z dobrą kontrolą jakości anod umożliwi wzrost wydajności. Kontrola jakości potrzebna jest dla zapewnienia prostych i płaskich anod o dobrym styku elektrycznym i dla właściwej rafinacji ogniowej. Uzyskuje się również poprawę jakości katodowej przy użyciu blach katodowych ze stali nierdzewnej, ponieważ mniej zanieczyszczeń jest przenoszonych mechanicznie i w rezultacie mniej zanieczyszczeń jest zawartych w katodzie. Takie blachy katodowe powodują wzrost wydajności

prądowej do 97% i wyżej. W nowoczesnych elektrolizerniach stosowana jest automatyzacja na wysokim poziomie w zakresie zmian katod i anod oraz usuwania osadów katodowych z trwałych płyt katodowych [tm 22, EC 1991; tm 26, PARCOM 1996]. Zamiast blach ze stali nierdzewnej można również stosować przygotowane mechanicznie miedziane blachy rozruchowe.

3.1.1.1.5 Przetwarzanie żużłu

Żużle wytwarzane przy wytopianiu pierwotnym kamienia wysokogatunkowego oraz na etapach procesu konwertorowego są bogate w miedź i podlegają wielu procesom przetwarzania żużłu [tm 92, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. Jedną z technologii jest zastosowanie pieca elektrycznego do reakcji żużłu z węglem w postaci miazgu koksowego lub z samymi elektrodami oraz do osadzania kamienia miedzianego wytwarzanego do produkcji żużłu obojętnego. Piece elektryczne można obsługiwać w sposób ciągły lub okresowy. Żużel konwertorowy można również bezpośrednio zawracać do elektrycznego pieca do oczyszczania żużłu lub do pieca do wytopiania. Alternatywnie, po wolnym ochłodzeniu, rozdrobieniu i zmieleniu żużłu stosowane są również procesy flotacyjne; uzyskany koncentrat flotacyjny jest porcją bogatą w miedź i zawracany jest do pieca do wytopiania. Metoda ta używana jest tylko w przypadku dostępności wystarczającej przestrzeni i gdy odpady mogą być odpowiednio oczyszczane i usuwane.

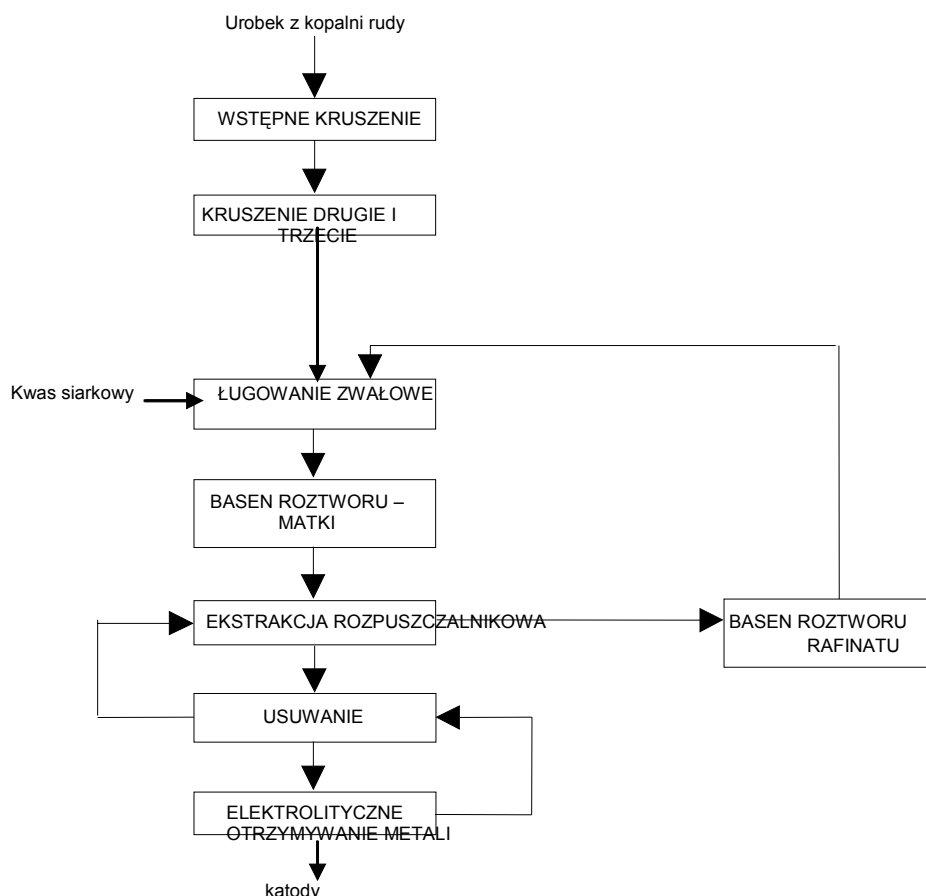
Stosuje się również przetwarzanie w piecu elektrycznym żużłu pochodzącego z pieca do wytopiania, oraz osobną obsługę żużłu konwertorowego przez wolne chłodzenie i flotację. Żużle z procesów przetwarzania żużłu używane są w projektach z zakresu inżynierii lądowej i wodnej, budowy dróg, wałów rzecznych i w podobnych zastosowaniach, a w przypadku śrutowania właściwości ich są często lepsze od alternatywnych materiałów.

Inne żużle bogate w miedź, takie jak żużel porafinacyjny, są zwykle ponownie zawracane na poprzedni etap procesu, przeważnie procesu konwertorowego, a w piecach do wytopiania wtórnego na etap wytopiania.

3.1.1.2 Cykl hydrometalurgiczny

Technologię tę stosuje się zwykle dla rud tlenkowych oraz dla rud mieszanych tlenkowo/siarczkowych na terenie kopalni, gdzie jest wystarczająca przestrzeń dla tworzenia powierzchni ługowania i obróbki. Technologia ta przydatna jest szczególnie dla rud trudnych do wzbogacenia za pomocą środków konwencjonalnych i takich, które nie zawierają metali szlachetnych [tm 55 i tm 56 Outokumpu 1997; tm 137, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. Niektóre technologie firmowe są na etapie rozwoju; są one przedstawione w punkcie dotyczącym pojawiających się technologii.

W cyklu hydrometalurgicznym stosuje się kruszenie rud, po którym następuje ługowanie kwasem siarkowym, czasami w obecności gatunków biologicznych, przez zastosowanie procesów zwałowych, kadziowych i mieszania [tm 137, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. Roztwór wytwarzany podczas ługowania jest następnie klarowany i oczyszczany oraz stężony przez ekstrakcję rozpuszczalnikową.



Rysunek 3.2: Schemat blokowy procesu ługowania z haldy [tm 140, Finland Cu 1999 – Finlandia Cu 1999]

Miedź jest następnie usuwana w procesie elektrolitycznego otrzymywania metali. Proces elektrolitycznego otrzymywania metali różni się od procesu rafinacji elektrolitycznej formą anody. W procesie elektrolitycznego otrzymywania metali stosuje się anodę obojętną, np. ołowiową lub tytanową; jony metali usuwane są z roztworu i osadzone na katodzie w taki sam sposób, jak w rafinacji elektrolitycznej. Miedź z katod jest usuwana w taki sam sposób, jeśli stosowane są trwałe katody-matki. Elektrolit przeprowadzany jest przez szereg elektrolizerów i w końcu pozbawiany jest miedzi. Następnie elektrolit zwracany jest do układu ekstrakcji rozpuszczalnikowej. Pewna część elektrolitu jest zwykle upuszczana w celu regulacji zanieczyszczeń, które mogą być przenoszone podczas ekstrakcji rozpuszczalnikowej.

3.1.2 Produkcja wtórna

Miedź wtórna wytwarzana jest w procesach pirometalurgicznych. Stosowane etapy technologiczne zależą od zawartości miedzi w surowcu wtórnym, rozkładu jego wielkości i innych składników [tm 92, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998; tm 124, DFIU Cu 1999]. Tak jak w przypadku miedzi pierwotnej, składniki takie usuwane są na różnych etapach, w celu odzyskania metali z wytwarzanych pozostałości w maksymalnie możliwym stopniu.

Wtórny materiał wsadowy może zawierać materiały organiczne takie jak powłoki oraz może być ze swojej natury oleisty; stan taki uwzględniany jest w instalacjach przez zastosowanie metod odolejania i usuwania powłok lub przez odpowiedni projekt pieca i systemu ograniczania emisji. Celem jest tu dostosowanie wzrostu objętości gazów spalania, zniszczenie lotnych związków organicznych (VOC) oraz zminimalizowanie wytwarzania dioksyn lub ich zniszczenie. Rodzaj

zastosowanej obróbki wstępnej lub pieca zależy od obecności materiałów organicznych, rodzaju wsadu, tj. zawartości miedzi oraz od innych zawartych metali i od tego, czy występują w formie tlenkowej, czy metalicznej.

Jeśli taki piec jak konwektor stosowany jest do topienia zanieczyszczonego złomu mosiężnego celem oddzielenia zawartych w nim metali, to pierwiastki stopowe są uwalniane od miedzi, tworząc czarną miedź i pył pofiltracyjny bogaty w cynk.

Stosuje się szeroki zakres surowców wtórnych; niektóre z nich są opisane w poniższej tabeli

Rodzaj materiału	Zawartość Cu [% wagowe]	Źródła
Zmieszane szlamy miedzi	2 – 25	Pokrywanie powłoką galwaniczną
Złom komputerowy	15 – 20	Przemysł elektroniczny
Mono-szlamy miedziowe	2 – 40	Pokrywanie powłoką galwaniczną
Materiał miedziany-żelazny (w bryłach lub rozdrobniony) z tworników, stojanów, wirników, itp..	10 – 20	Przemysł elektryczny
Popioły mosiężne, popioły i żużle zawierające miedź	10 – 40	Odlewnie, zakłady półwyrobów
Popioły tombakowe, popioły i żużle zawierające miedź	10 – 40	Odlewnie, zakłady półwyrobów
Materiał z maszyny do rozdrabniania złomu	30 – 80	Zakłady rozdrabniania złomu
Chłodnice miedziowo-mosiężne	60 – 65	Samochody
Mieszany złom tombakowy	70 – 85	Wodomierze, koła zębate, zawory, kurki, elementy maszyn, śmigła, armatura
Lekki złom miedziowy	88 – 92	Blachy miedziane, okapy, rynny, kotły wodne, grzejniki
Ciężki złom miedziowy	90 – 98	Blachy, wykrojki miedziane, szyny przewodnic, druty, rury
Mieszany złom miedziowy	90 – 95	Lekki i ciężki złom miedzi
Granulki miedziane	90 – 98	Z rozdrobnienia kabli
Złom czysty Nr 1	99	Półwyroby, druty, skrawki, taśma

Tabela 3.4: Surowce wtórne do produkcji miedzi
[tm 124, DFIU Cu 1999]

Etapy stosowane we wtórnej produkcji miedzi są zasadniczo podobne do produkcji pierwotnej; surowcami są tu zwykle tlenki lub metale, wskutek czego różne są warunki technologiczne. Z tego względu w topieniu surowców wtórnych stosowane są warunki redukujące.

3.1.2.1 Etap wytapiania wtórnego

Dla materiałów niskiego i średniego gatunku stosowanych jest wiele pieców, takich jak piec szybowy, mini piec do wytapiania, piece obrotowe z górnym dmuchaniem (TBRC), uszczelnione piece elektryczne z łukiem zakrytym [tm 27, HMIP (Inspektorat ds. Zanieczyszczeń Środowiska JKM) Cu 1993; tm 92, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998; tm 124, DFIU Cu 1999]. Zastosowany rodzaj pieca i etapy technologiczne zależą od zawartości miedzi w surowcach wtórnych, ich wielkości i innych składników. Z tego względu wytop i rafinacja miedzi wtórnej są złożone, a rodzaj materiału wtórnego, który można przetwarzać zależy od dostępnych urządzeń i pieców [tm 92 Copper Expert Group - Grupa Ekspertów ds. Miedzi]. Szczegółowe informacje dotyczące pieców przedstawione są w rozdziale 2.

W razie potrzeby, dla redukcji tlenków metali, dodawane jest żelazo (w postaci miedzi żelazistej, zwykłego złomu żelaznego, itp.), węgiel (w postaci koksu lub gazu ziemnego) oraz topniki; procesy te są realizowane odpowiednio do materiału wsadowego. Opary pochodzące z pieca zawierają lotne metale i tlenki metali takie jak tlenki cynku, ołowiu i cyny, które można odzyskać w postaci metalu rafinowanego, stopu lub tlenku; ponadto, w zależności od surowca, zawierają one pył, dwutlenek siarki, dioksyny oraz lotne składniki organiczne.

Do produkcji miedzi wtórnej stosowany jest również mini piec do wytapiania, w którym używany jest złom zawierający żelazo i cynę. W zastosowaniu takim żelazo jest reduktorem na pierwszym stopniu dla wytworzenia miedzi metalicznej; następnie do kąpeli metalowej wdmuchiwany jest tlen w celu utlenienia żelaza oraz innych występujących metali (Pb, Sn), odzyskiwanych w żużlu. Utlenianie zawartości żelaza wytwarza ciepło służące do utrzymywania procesu.

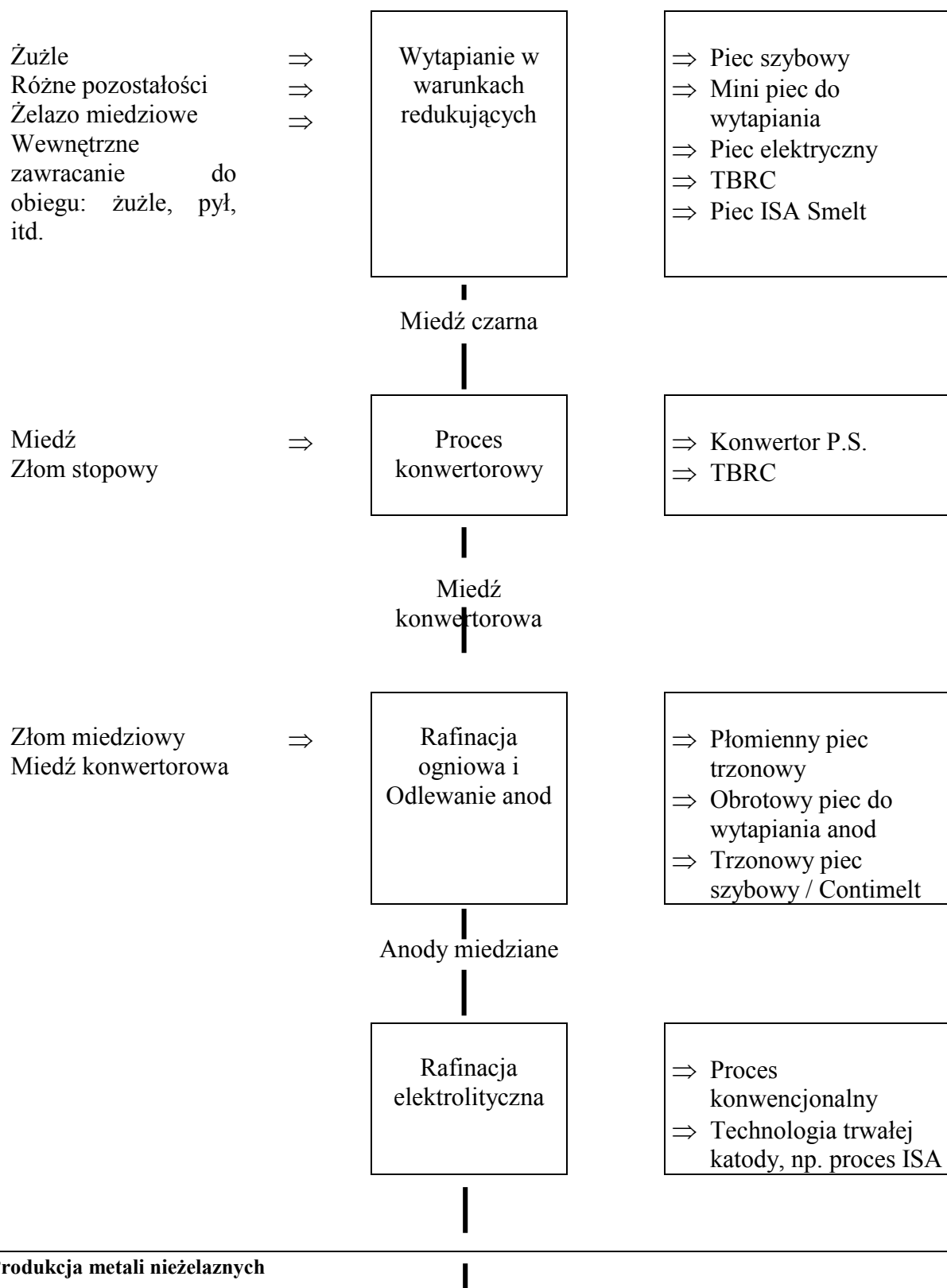
3.1.2.2 Proces konwertorowy, rafinacja ogniowa, przetwarzanie żużlu i rafinacja elektrolityczna, przetwarzanie złomu czystego stopu

Piece konwertorowe i piece do rafinacji są bardzo podobne do pieców stosowanych do produkcji pierwotnej; systemy przetwarzania żużlu i procesy rafinacji elektrolitycznej są takie same. Podstawowa różnica polega na tym, że w konwertorach stosowanych do produkcji wtórnej przetwarzany jest metal, a nie kamień. W piecach tych, do wytapiania oraz do uzupełnienia deficytu ciepła technologicznego jako paliwo stosowany jest koks, podczas gdy w konwertorach pierwotnych niezbędne ciepło technologiczne pochodzi z kamienia [tm 92, Copper Expert Group, 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi, 1998]. W konwertorach wtórnych odbywa się również utlenianie i żużlowanie pierwiastków śladowych takich jak żelazo oraz oddzielanie innych metali takich jak cynk lub cyna w procesie parowania. W konwertorach tych wytwarzana jest miedź konwertorowa o jakości odpowiedniej dla rafinacji ogniowej. Ciepło reakcji przy wdmuchiwaniu powietrza do konwertora służy do odparowywania składników metalowych; do usuwania żelaza i pewnej ilości ołowiu używane są środki żużłotwórcze. Piece do rafinacji ogniowej używane są również do topienia złomu wyższego gatunku. Uwagi dotyczące potencjalnych emisji niezorganizowanych dotyczą również procesów wtórnych.

Źródłami metali szlachetnych i innych metali, takich jak nikiel, są również szlamy pochodzące z rafinacji elektrolitycznej oraz przepracowanych roztworów. Metale te są odzyskiwane w taki sam sposób jak w produkcji pierwotnej.

W wielu technologiach, jako surowce wtórne stosowane są również stopy miedzi, takie jak brązy i mosiądze. W przypadku zanieczyszczenia lub zmieszania z różnymi innymi stopami są one przetwarzane w układach wtórnego wytopienia i rafinacji, tak jak przedstawiono wyżej.

Czysty stop używany jest bezpośrednio do wytwarzania półwyrobów. Do wytopienia czystego materiału stosowane są piece indukcyjne, po których następuje odlewanie na kształty odpowiednie dla dalszego etapu produkcji. Do wytwarzania odpowiednich stopów bez dużych dodatków metalu pierwotnego stosuje się analizę wsadu i kontrolę. Tlenek cynku może być zbierany z pyłu pofiltracyjnego.



asortymentem stopów są stopy lutownicze, w których materiałem stopowym jest ołów. Używane są również inne piece do wytapiania, lecz regulacja temperatury nie jest w nich tak łatwa.

Cyna rafinowana jest w wielu procesach. Wykorzystuje się tu rafinację elektrolityczną z katodami stalowymi; można również stosować proces rafinacji pirometalurgicznej, w sposób podobny do rafinacji ołowiu. W przypadku rafinacji cyny, żelazo usuwa się przez likwację, miedź usuwa się przez dodanie siarki, a arsen i antymon usuwa się przez dodanie aluminium lub sodu.

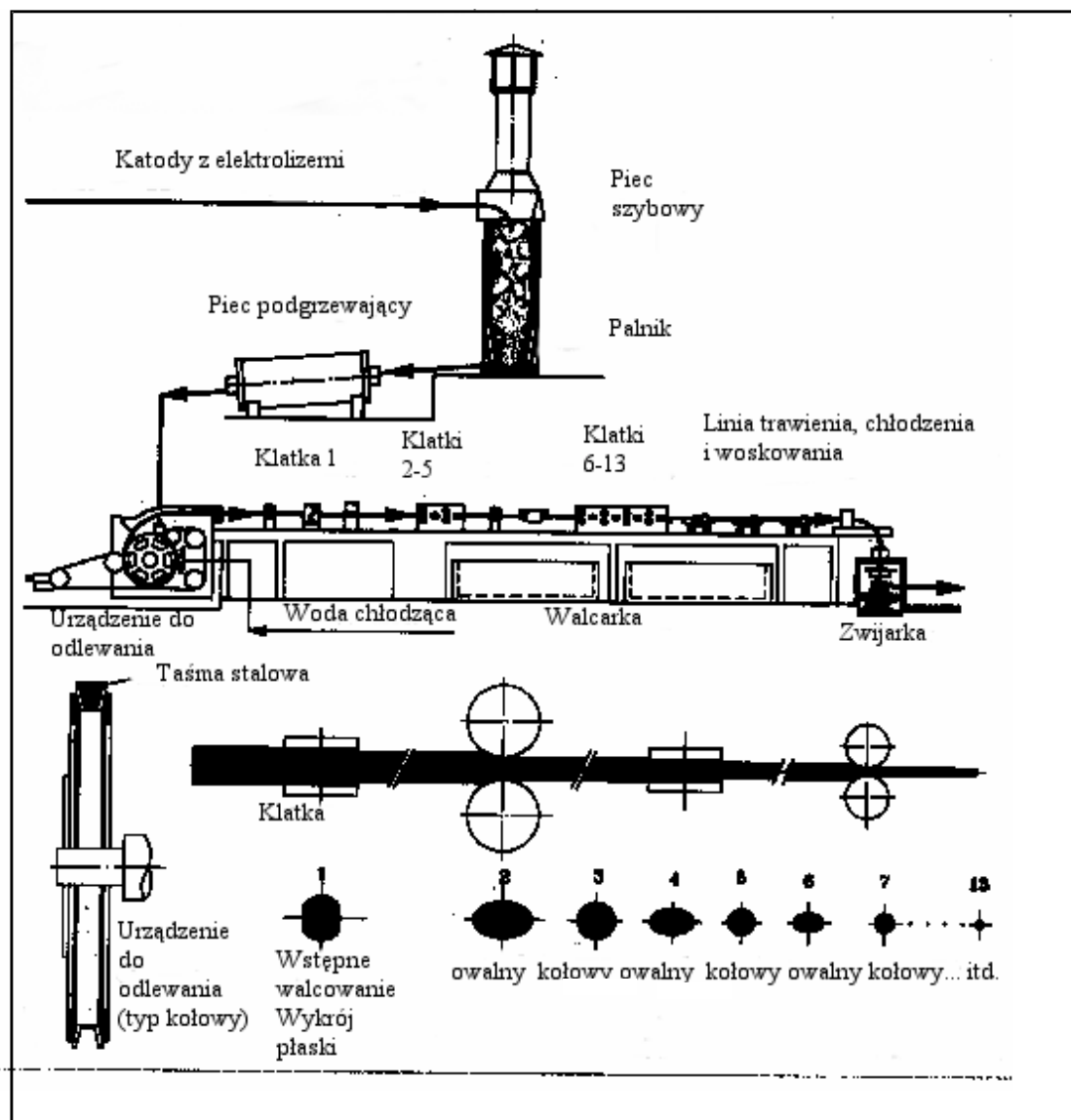
3.1.4 Produkcja walcówki

Walcówkę wytwarza się z katod miedzi rafinowanej elektrolitycznie, o wysokiej czystości, zapewniając w ten sposób zminimalizowanie zanieczyszczeń śladowych, które mogą oddziaływać na przewodność, wyzarzanie i kruchość na gorąco. Należy zwrócić uwagę na sterowanie warunkami pieca w celu zminimalizowania absorpcji tlenu przez metal. Stosowane są tu następujące procesy [tm 117, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]:

3.1.4.1 Proces Southwire

Do topienia katod miedziowych i innego złomu czystej miedzi stosuje się piece szybowe. Stosuje się tu szybkości wytapiania na poziomie do 60 t/godz.

Materiały wsadowe topione są za pomocą palników opalanych gazem ziemnym, propanem lub podobnym gazem, rozmieszczonych w rzędach wokół pancerza pieca. Dla podtrzymania nieznacznie redukującej atmosfery (poniżej 0,5 do 1,5% CO lub H₂) w miejscach, w których gazy znajdują się w kontakcie z miedzią w celu zminimalizowania zawartości tlenu w miedzi, paliwo spalane jest w ściśle kontrolowanych warunkach spalania. Stan taki uzyskuje się za pomocą niezależnej kontroli stosunku paliwo/powietrze dla każdego palnika przez monitorowanie zawartości CO lub H₂ w gazach spalania, kolejno w każdym palniku.



Rysunek 3.4: Przykład procesu Southwire
[tm 124, DFIU Cu 1999]

Gazy pochodzące z pieca są chłodzone; pył usuwany jest za pomocą filtrów tkaninowych. Do niszczenia CO, w przypadku wysokiego stężenia, można stosować również dopalanie.

Roztopiona miedź spuszcza z podstawy pieca szczybowego przepływa do walcowego pieca podgrzewającego w celu ustawienia temperatury i bilansowania metalu dla obróbki metalurgicznej.

Do podtrzymania temperatury roztopionej miedzi oraz atmosfery redukującej w rynnie spustowej stosowane są palniki opalane gazem ziemnym. Piec podgrzewający, opalany również gazem ziemnym lub podobnym paliwem, służy jako zbiornik zapewniający stały przepływ metalu do procesu odlewania i, w razie potrzeby, może być wykorzystany do przegrzania metalu.

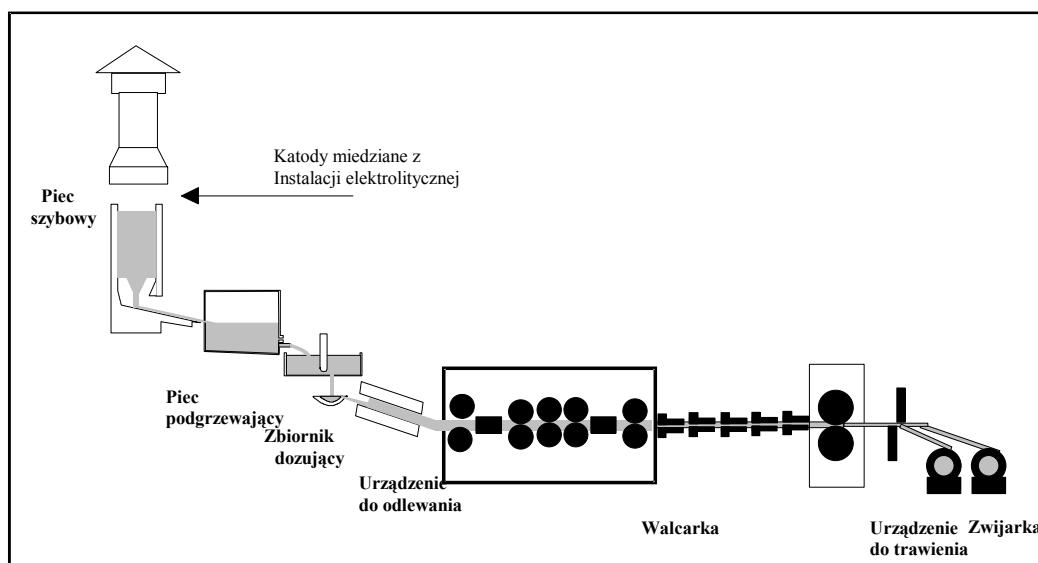
Roztopiona miedź przepływa z pieca podgrzewającego przez każdą pośrednią wyposażoną w regulację przepływu, do koła gwiazdowego (karuzelowego) maszyny rozlewniczej. Na połowie obwodu tego koła zamocowana jest chłodzona wodą taśma stalowa, tworząca wnękę odlewniczą, w której krzepnie roztopiona miedź w celu uformowania odlewu w kształcie pręta o przekroju trapezowym od 5000 do 8300 mm². Do wytwarzania sadzy zasypkowej dla koła gwiazdowego maszyny odlewniczej i taśmy stalowej stosowany jest acetylen spalany z powietrzem. Po wypoziomowaniu i wygładzeniu, odlany pręt doprowadzany jest za pomocą walców ciągnących do

walcarki składającej się z walcarki wstępnej i wykańczającej, redukującej pręt do jego końcowej średnicy. Jako płyn do walcowania stosowana jest emulsja oleju mineralnego lub wodny roztwór syntetyczny.

3.1.4.2 Proces Contirod

Do wytapiania miedzi w tym procesie używany jest przedstawiony wyżej piec szybowy. Roztopiona miedź z pieca przepływa przez rynnę spustową wyposażoną w syfony, do obrotowego, podgrzewanego gazem pieca podgrzewającego. Miedź przepływa następnie do leja odlewniczego, który automatycznie reguluje przepływ ciekłej miedzi do urządzenia do odlewania [tm 117, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998].

Stosowane jest tu urządzenie do odlewania typu Hazelett z podwójnym pasem [tm 124, DFIU Cu 1999]. Dwa takie pasy są chłodzone za pomocą ciągłej cienkiej warstwy wody, przemieszczającej się z dużą szybkością wzdłuż ich powierzchni. Bloki boczne chłodzone są automatycznie na specjalnie zaprojektowanej powierzchni chłodzącej znajdującej się na pasie powrotnym pętli. W zależności od wielkości instalacji, powierzchnia prętów odlewanych mieści się w zakresie od 5000 mm² do 9100 mm² przy wydajności produkcyjnej od 25 do 50 ton na godzinę. Pręt prostokątny jest chłodzony, cztery rogi są walcowane w celu usunięcia zalewek i następnie materiał wprowadzany jest do walcarki składającej się z wykrojów poziomych i pionowych w celu odwalcowania wyrobu końcowego. Jako płyn do walcowania stosowana jest emulsja oleju mineralnego lub wodny roztwór syntetyczny.



Rysunek 3.5: Przykład procesu Contirod.
[tm 124, DFIU Cu 1999]

3.1.4.3 Procesy Properzi i Secor

Ciągłe procesy Properzi i Secor podobne są do koncepcji Southwire; różnią się geometrią odlewania [tm 117, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. Dla tych dwóch systemów wytwarzania walcówki miedzi ważne są również właściwości przedstawione dla procesu Southwire.

3.1.4.4 Proces Upcast (pionowy)

Miedź jest wytapiana w indukcyjnym piecu kanałowym. Wytop doprowadzany jest okresowo do indukcyjnego pieca podgrzewającego. Dla małych wydajności produkcyjnych, wystarczający może być pojedynczy, kombinowany piec do wytapiania-podgrzewania [tm 117, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998].

Maszyna ciągnąca Upcast usytuowana jest powyżej pieca podgrzewającego. W wytopie na określonej głębokości zanurzone są matryce grafitowe chłodzone wodą; roztopiona miedź wpływa w sposób ciągły do matryc, w których krzepnie i następnie jest ciągniona do rolek dociskowych. Zastygła walcówka ciągniona jest w górę przez rolki dociskowe.

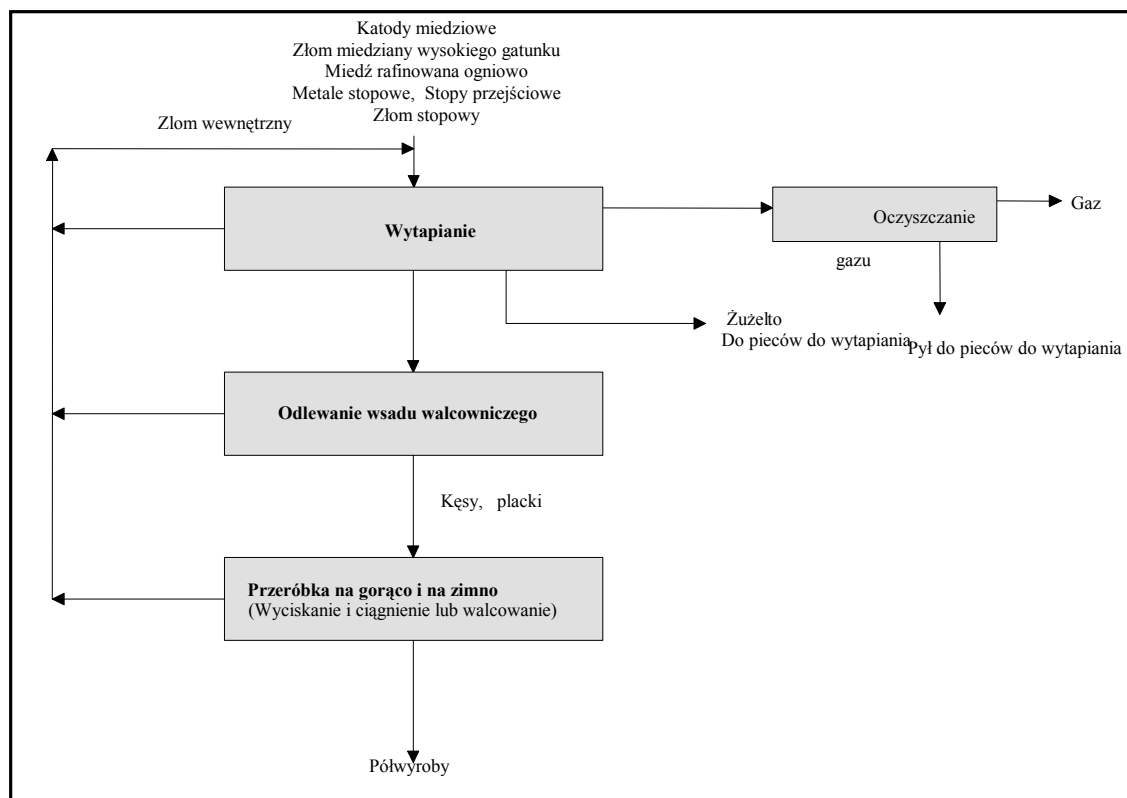
3.1.4.5 Formowanie zanurzeniowe

Wstępnie podgrzany materiał wsadowy doprowadzany jest do kanałowego pieca indukcyjnego-do-wytapiania. Miedź doprowadzana jest do pieca podgrzewającego i tygła przyłączonego do pieca do podgrzewania. Pręt główny o średnicy 12,5 mm przeciągany jest przez matrycę wejściową w podstawie tygła. Przeciąganie drutu rdzeniowego przez zbiornik metalu i regulacja średnicy końcowej przez górną matrycę zwiększa średnicę. Odlany pręt przeprowadzany jest przez wałki do trójkatkowej walcarki wytwarzającej pręty o średnicy 8,0 mm i 12,5 mm [tm 117, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998].

3.1.5 Wytwarzanie półwyrobów z miedzi i ze stopów miedzi

Miedź i stopy miedzi wytapiane są w sposób ciągły lub okresowy i odlewane są na kształty odpowiednie dla następnego etapu produkcji. Odlewane wyroby są półwyrobami dla wielu materiałów, takich jak blachy, taśmy, kształtowniki, pręty, walcówka i rury. Zasadniczo wykonywane są poniższe cykle [tm 117, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998].

1. Z miedzi i ze stopów miedzi wytwarzane są głównie kęsy przeznaczone do produkcji rur lub kształtowników i prętów.
2. Z miedzi i ze stopów miedzi dla produkcji blach i taśm odlewane są kęsiska płaskie i placki.
3. Dla określonych wyrobów z miedzi i ze stopów miedzi stosowane są specjalne technologie: technologia Upcast dla drutów i rur, poziome ciągłe odlewanie taśm i kształtowników, pionowe odlewanie taśm i proces walcowania dla produkcji rur miedzianych.



Rysunek 3.6 Ogólny schemat technologiczny wytwarzania półwyrobów [tm 124, DFIU Cu 1999]

3.1.5.1 Procesy wytapiania

Miedź i stopy miedzi można wytapiać okresowo w piecach elektrycznych lub indukcyjnych. W przypadku wymagania wysokich szybkości wytapiania, miedź wytapia się również w sposób ciągły w piecu szybowym. Do wytapiania i do ogniowej rafinacji miedzi stosowane są również tygle i piece płomienne. Systemy wychwytu oparów i ograniczania emisji dobierane są według surowca oraz stopnia istniejącego zanieczyszczenia. Gaz wychwycony z pieców elektrycznych jest zwykle oczyszczany w cyklonach, a następnie filtrach tkaninowych. Dla pieców szybowych opalanych gazem, sterowanie palnikami jest krytycznym czynnikiem dla zminimalizowania zawartości CO w emitowanych gazach. W przypadku wystarczająco wysokiej zawartości CO (np. > 5% CO), stosuje się dopalacz, za którym instalowane są systemy odzyskiwania ciepła; do odpylania pieców szybowych używane są również filtry tkaninowe.

Jako surowce stosowane są katoda miedziowa oraz złom miedzi i stopów miedzi, składowane normalnie na otwartych powierzchniach składowania w celu umożliwienia mieszania różnych stopów dla wytworzenia stopu końcowego. Takie wstępne wymieszanie jest istotnym czynnikiem dla skrócenia czasu przygotowania wytopu, który minimalizuje zużycie energii i zmniejsza bazowanie na drogich stopach przejściowych. Dla pieców indukcyjnych złom cięty jest na małe części w celu poprawienia wydajności wytapiania oraz celem umożliwienia łatwego zastosowania kołpaków, itp..

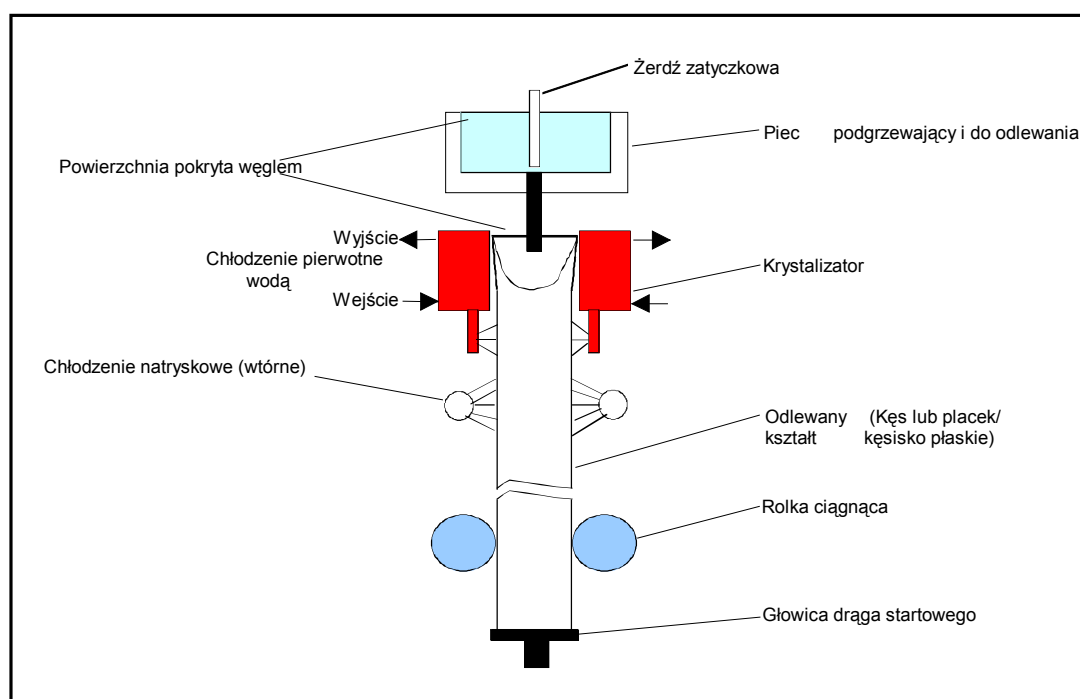
Surowcami są tu również wióry mosiężne i miedziane pochodzące z operacji toczenia i wiercenia, które w takim przypadku pokryte są środkami smarnymi. Należy zachować odpowiednią dbałość, aby nie dopuścić do wycieku oleju z powierzchni składowania i zanieczyszczenia wód gruntowych i powierzchniowych. Podobnie, do usuwania środków smarowych oraz innych zanieczyszczeń

organicznych używane są suszarki drobnych wiórów i inne piece oraz rozpuszczalniki i wodne metody odolejania.

Przy wytapianiu mosiądzów i brązów, z pieca odparowuje cynk; ulatnianie cynku można zminimalizować za pomocą dobrej regulacji temperatury. Opary wychwytywane są w układzie usuwania gazów i usuwane są za pomocą filtra tkaninowego. Normalnie odzyskiwany jest tlenek cynku. Wykonywana jest również w pewnym stopniu rafinacja ogniowa; powstałe opary uwzględniane są w projektowaniu systemów wychwytu oparów i ograniczania emisji.

3.1.5.2 Odlewanie

Roztopiony metal z pieca lub z sekcji podgrzewania można zazwyczaj odlewać w sposób ciągły lub okresowo [tm 117, Cu Expert Group 1998 – Grupa Ekspertów ds. Cu 1998]. W odlewaniu ciągłym stosowany jest tryb pionowy lub poziomy, a w odlewaniu nieciągłym stosowany jest normalnie tryb pionowy. Stosowane są również techniki Upcast. Wytwarzane są tu kęsy i placki/kęsiska płaskie, które są dalej przetwarzane.



Rysunek 3.7: Zasada odlewania ciągłego lub półciągłego
[tm 124, DFIU Cu 1999]

W przypadku wytwarzania kęsów, kęsisk płaskich oraz placków, metal jest topiony i przeprowadzany przez piec podgrzewający do urządzenia do pionowego lub poziomego odlewania kęsów. Do dalszej produkcji kęsy są cięte na odcinki.

Dla szczególnych wyrobów z miedzi i stopów miedzi stosowane są specjalne procesy: technologia Upcast dla drutu i rur, ciągłe odlewanie poziome dla taśm i kształtowników, pionowe odlewanie taśm oraz technologia walcowania dla wytwarzania rur miedzianych.

3.1.5.3 Wytwarzanie rur, kształtowników i walcówki

Kęsy miedzi oraz stopów miedzi są wstępnie podgrzewane i wyciskane oraz ciągnięte na rury o różnych średnicach i grubościach ścianek, w wielu „przepustach”. W ciągarkach rur jako środki smarne stosowane są różne oleje i mydła, które zanieczyszczają rury i obcinki z przecinania. Wyroby takie są zwykle wyżarzane i odtłuszczane przed transportem, a obcinki są odolejane w piecu lub w innym procesie odtłuszczenia przed zawróceniem do pieca w celu przetopienia.

Rury miedziane mogą być również wytwarzane za pomocą prasy do wyciskania przebijakiem, w której boczki kęsów wyciskane są na tuleje rurowe; tuleje rurowe są następnie walcowane w walcarkę wstępną (walcarka pielgrzymowa) i w końcu przeciągane na odpowiednią wielkość w ciągarkach. Olej używany (w małych ilościach) do operacji ciągnięcia neutralizowany jest w układach odtłuszczenia/wytrawiania, przyłączonych często do sekcji wyżarzania.

Wyroby wyżarzane są w rozmaitych piecach w warunkach redukujących, przy zastosowaniu „exogaz” lub mieszaniny wodoru/azotu jako gazu ochronnego.

3.1.5.4 Wytwarzanie blach i taśm

Kęsiska płaskie/placki miedzi oraz stopów miedzi są materiałem wyjściowym do produkcji blach i taśm. Materiał ten jest wstępnie podgrzewany w piecach opalanych gazem lub olejem, walcowany na gorąco i na zimno i następnie doprowadzany do operacji wykańczających, obejmujących ponowne walcowanie, cięcie na odpowiednią długość i szerokość. Jako etapy pośrednie do wytwarzania wysokiej jakości taśm i blach potrzebne jest frezowanie powierzchni, wyżarzanie, wytrawianie, płukanie i suszenie [tm 117, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998].

Walcowanie na gorąco wykonywane jest zwykle za pomocą walcarki z podwójnym walcowaniem w linii o długości do 200 m i z końcowym urządzeniem zwijającym. Woda chłodząca dla walców zawiera małe ilości środków smarnych dodawanych dla poprawienia przylegania do walców stalowych. Wytwarzane opary są odsysane, a gaz odlotowy jest pozbawiany mgły przed zrzuconiem go do atmosfery.

Następnie wykonywane są dalsze operacje walcowania na zimno. Wynikiem walcowania na zimno jest utwardzony metal. W większości przypadków, kręgi są wyżarzane przed walcowaniem na zimno. Wyżarzanie odbywa się w warunkach redukujących w celu uniknięcia utleniania. Jako gaz ochronny stosowany jest tu „exogaz” lub mieszaniny azotu/wodoru. Exogaz wytwarzany jest na miejscu z gazu ziemnego w specjalnym reaktorze, opalonym pośrednio. N_2 i H_2 są kupowane i magazynowane na miejscu w specjalnych zbiornikach. Mieszaniny gazu ochronnego N_2/H_2 wytwarzane są ze zbiorników magazynowych przez zmieszanie składników w wymaganym stosunku. Do wyżarzania przed walcowaniem na zimno stosowane są piece dzwonowe (kołpakowe) z ogrzewaniem elektrycznym lub opalane pośrednio gazem ziemnym lub olejem opałowym. Do pośredniego wyżarzania wstępnie walcowanych kręgów stosowane są piece wieżowe.

Grubość blachy cienkiej zmniejszana jest dalej stopniowo w operacjach walcowania na zimno w różnych walcarkach nawrotnych. Do walcowania na zimno stosowane są różne typy walcarek typu Duo, Quarto, Sexto, Sędzimir (12 walców). Stosowane są również konstrukcje walcarek typu jednoklatkowego, połączone w linię tworzącą walcarkę wieloklatkową. Układ różnych typów, które mają być stosowane zależy od grubości blachy w kręgach oraz od stanu wykończenia, jaki krąg już uzyskał.

Podczas walcowania na zimno, do ochrony walców stosowana jest emulsja lub olej. Z tego względu klatki walcownicze są odpowietrzane a odsysane gazy są oczyszczane za pomocą filtrów mechanicznych, elektrofiltru mokrego lub przez płukanie. Emulsja i olej są usuwane z metalu, a cząsteczki rozkładowego oleju usuwane są za pomocą papierowych lub tkaninowych filtrów taśmowych.

Walcowanie na gorąco	
Typ walcarki	Głównie Duo
Wymiary początkowe	Grubość 250 – 130 mm Szerokość 450 – 1000 mm
Wymiary końcowe	Grubość 15 – 12 mm Szerokość 450 – 1000 mm
Temperatura	750 – 800 °C
Nacisk walców	~ 10 - 12 kN/mm szerokości blachy
Frezowanie powierzchniowe	Skrawanie obu powierzchni 0,3 – 0,7 mm
1-sze walcowanie na zimno	
Typ walcarki	Głównie kwarto
Nacisk walców	~ 15 – 20 kN/mm szerokość blachy
Redukcja wymiarów i prędkość walcowania	Redukcja grubości z 15 mm na 4 mm w wielu przepustach, prędkość 100 - 200 m/min
Gniot	70 – 80 %
Wyżarzanie^{*)} (rekrytalizacja)	
Temperatura	550 – 600 °C
2-gie i końcowe walcowanie	
Rodzaj walcarki	Głównie kwarto, alternatywnie, w zależności od grubości blachy, stosowane jest seksto lub klatki z 20 walcami
Nacisk walców	W zależności od zastosowanego typu walcarki ~ 2 – 10 kN/mm szerokości blachy
Prędkość walcowania	Redukcja z 4 do 1 mm: 300 – 500 m/min, w wielu przepustach Redukcja z 1 do 0,1 mm: 500 - 1000 m/min, w wielu przepustach
Cięcie blach na taśmy	
Typ urządzeń	Maszyna do cięcia taśm wzdłużnych
Uwaga. Wyżarzanie wymagane jest po każdym gnioście ponad 70 - 80%. Wybierane temperatury wyżarzania zależą od właściwości materiału, jakie mają być osiągnięte.	

Tabela 3.5: Typowe dane dla technologii wytwarzania taśmy mosiężnej [tm 124, DFIU Cu 1999]

3.1.6 Wlewki miedziowe i ze stopów miedzi

Wlewki miedziowe lub ze stopów miedzi wytwarzane są dla przemysłu odlewniczego z zastosowaniem procesu odlewania ze stałą wlewnicą. Przy zastosowaniu metali takich jak Ni, Sn, Zn, Al., itp. można wytwarzać wiele różnych stopów.

W produkcji wlewków wymagane jest wytwarzanie stopów o dokładnych składach. Uzyskuje się to przy odbiorze surowców i na etapie składowania przez segregację i sortowanie. Żłom stary

składowany jest normalnie w otwartych nawach składowania w celu umożliwienia mieszania różnych stopów dla uzyskania stopu finalnego. Dla skrócenia czasu przygotowania wytopu, co minimalizuje zużycie energii i redukuje bazowanie na drogich stopach przejściowych, istotnym czynnikiem jest wstępne mieszanie. Miedź i stopy miedzi można wytapiać okresowo w piecach obrotowych lub indukcyjnych. Piece obrotowe stosowane są zwykle dla złomu bardziej zanieczyszczonego; często używane są palniki tlenowo-paliwowe. Dla oddzielania niepożądanych składników, w szczególności żelaza, można dodawać topniki; żużel spuszcza się oddzielnie od metalu. Uzysk metalu mieści się w zakresie od 70 do 97% i zależy od użytych surowców [tm 106, Farrell 1998].

Systemy wychwytu oparów i ograniczania emisji dobierane są według surowców i stopnia istniejącego zanieczyszczenia. Dostęp do pieca indukcyjnego dla jego ładowania i spuszczenia oznacza zastosowanie ruchomego systemu kołpakowego. Kołpaki mają mocną konstrukcję, tak że mogą wytrzymywać uderzenia mechaniczne. Gaz wychwycony z pieców indukcyjnych oczyszczany jest zwykle w cyklonach, następnie w filtrach tkaninowych. W przypadku występowania zanieczyszczeń organicznych można stosować dopalacz, za którym umieszczony jest system odzyskiwania ciepła; alternatywnie, system kontroli spalania w piecach powinien być zdolny do przystosowania do spalania zanieczyszczeń.

W przypadku wytapiania mosiądzów i brązów z pieca ulatnia się cynk; ulatnianie takie można zminimalizować przez odpowiednie regulowanie temperatury pieca. Opary wychwytywane są w systemie odciągania oparów, a pyły w nich zawarte usuwane są zwykle za pomocą filtra tkaninowego. Zazwyczaj odzyskiwany jest tlenek cynku. Dla dostosowania składu stopu, na pewnym stopniu stosowana jest rafinacja ogniowa; powstałe opary uwzględniane są w projekcie systemów wychwytu oparów i ograniczania emisji.

Pobierane i analizowane są próbki wytopu piecowego, na podstawie których dokonuje się ostatecznych korekt stopu. Następnie metal jest spuszcza do zakrytych rynien spustowych, doprowadzających ciekły metal do wlewnic. Dla zapobieżenia przywieraniu metalu do wlewnic ich ścianki smaruje się olejem mineralnym, który generuje opary oleju. Można je zbierać i spalać.

Ochłodzone wlewki są ustawiane w stosy, wiązane i przechowywane na paletach.

3.1.6.1 Stopy przejściowe

Wsad pieca jest zwykle wstępnie dobierany dla zadanego stopu, ale roztopiony metal można doprowadzać do kadzi lub pieca podgrzewającego w celu ostatecznego nastawienia składu stopu przed odlaniem. Do tego celu można używać stopów przejściowych, takich jak CuP, CuNi, CuZnPb, CuBe, itp. Takie stopy przejściowe wytwarzane są w piecach podobnych do przedstawionych wyżej; rodzaj oparów i pyłów z produkcji stopów przejściowych wpływa na sterowanie procesem, stosowane systemy wychwytu i ograniczania emisji. W przypadku używania do wytwarzania stopów szczególnie niebezpiecznych materiałów, takich jak beryl oraz w przypadku dodawania materiałów reakcyjnych, takich jak fosfor, należy stosować bardziej surowe systemy obsługi i ograniczania emisji. Na przykład stop przejściowy miedzi fosforowej wykonuje się w następujący sposób: -

Szeregowo pracują dwa piece (powszechnie stosowane są piece indukcyjne). Miedź wytapiana jest w pierwszym piecu i doprowadzana do drugiego, w którym roztopiony fosfor wstrzykiwany jest za pomocą lancy dla utworzenia stopu. Dla zminimalizowania oparów pięciotlenku fosforu, szczególnie podczas końcowych etapów, gdy metal zbliża się do nasycenia ($< 14\%$ P), kontrolowana jest szybkość wstrzykiwania. Miedź fosforowa spuszcza się następnie do wlewnic.

W przypadku zbyt wysokiej zawartości fosforu podczas ochładzania się stopu nadal emitowane będą opary pięciotlenku fosforu.

Pięciotlenek fosforu jest bardzo higroskopijny i w konsekwencji oparów nie można filtrować za pomocą konwencjonalnego filtra tkaninowego, ponieważ opary absorbować będą wilgoć i pokrywać worki kwasem fosforowym. Ponieważ drobne opary tworzą drobną mgłę i nie wchodzą w kontakt z środkiem płuczającym, konwencjonalne płukanie na mokro ma ograniczony skutek. Efektywne obniżenie stężenia związków fosforu w strumieniu gazu można osiągnąć przez zastosowanie płuczki gazowej zwężkowej o wysokiej energii lub włóknistych filtrów matowych. Teoretycznie można wytwarzać słaby kwas dla dalszego przetwarzania, lecz jest to trudne w praktyce.

3.1.7 Operacje wytrawiania

W celu uzyskania jasnego wykończenia, druty, rury, taśmy i niektóre inne materiały są trawione przed opakowaniem; w przypadku drutu miedzianego, trawienie stosowane jest w celu usunięcia tlenku z powierzchni przed ciągnięciem drutu. Stosowane są tu roztwory kwasu siarkowego, a czasami mieszanina rozcieńczonego kwasu siarkowego i azotowego. W tym drugim przypadku, w przypadku używania kwasów o większej mocy, mogą być wyzwolane opary azotu.

3.1.7.1 Nie-kwasowe trawienie walcówki miedzi

Proces ten przebiega w układzie hermetycznym. Walcówka może być trawiona w układzie liniowym składającym się z podzielonych na komory poziomych rur stalowych. Stosowany jest tu roztwór od 2,5% do 3,5% alkoholu izopropanolowego (IPA) w wodzie. Proces przemiany zgorzeliny tlenku miedzi za pomocą alkoholu dla utworzenia miedzi (pozostaje częściowo na walcówce) znany jest jako proces Burnsa [tm 117, Cu Expert Group 1998 – Grupa Ekspertów ds. Cu 1998]. W przypadku produkcji walcówki miedzianej, normalną praktyką jest zawracanie do obiegu roztworu do trawienia, po usunięciu szlamu miedzianego przez sedymentację lub filtrowanie; stężenia IPA dostosowywane są do wymagań.

Po wytrawieniu, walcówka jest osuszana za pomocą sprężonego powietrza. Następnie nakładana jest na nią, przez drobny natrysk 4% emulsji wosku, powłoka wosku zapobiegająca utlenianiu powierzchni walcówki. Walcówka jest zwijana na drewnianych paletach, wiązana taśmami i opakowywana arkuszami z tworzywa sztucznego.

3.1.7.2 Trawienie kwasem walcówki miedzi oraz półwyrobów z miedzi i stopów miedzi

a) Walcówka miedzi

W trawieniu kwasem walcówki miedzi stosowana jest podzielona na komory pozioma rura ze stali nierdzewnej [tm 117, Cu Expert Group 1998 – Grupa Ekspertów ds. Cu 1998]. Na pierwszym etapie walcówka trawiona jest za pomocą rozcieńczonego kwasu siarkowego; następnie kwas resztkowy wymywany jest z powierzchni walcówki w kilku etapach począwszy od natrysków wodą, po których następuje osuszanie za pomocą sprężonego powietrza i powlekanie woskiem.

Alternatywnie, po częściowym schłodzeniu w długiej, wypełnionej wodą rurze, walcówka formowana jest w spirale odpowiadające średnicy kręgu. Spirale takie są rozkładane na samotoku, gdzie za pomocą skrapiacza temperatura obniżana jest do 20 °C. Spirale takie przenoszone są, za pomocą przenośnika ze stopu odpornego na kwasy, do zbiorników do wytrawiania, gdzie walcówka

trawiona jest w 20% roztworze kwasu siarkowego. System wytrawiania kwasem zapewnia doskonale usuwanie wszystkich tlenków z powierzchni walcówki. Pętle są następnie płukane przez natrysk wodą i zabezpieczane w końcu roztworem wosku.

Do odzyskiwania miedzi rozpuszczonej przez kwas trawiący stosowane jest elektrolityczne otrzymywanie metali; ten roztwór płuczki może być przekazywany do elektrolizerni jako uzupełnienie w tym samym miejscu, albo też może być oczyszczany przez wymianę jonową.

b) Półwyroby z miedzi i ze stopów miedzi

Wytrawianie powierzchniowe blach i taśm wykonywane jest zwykle za pomocą kwasu siarkowego (8 – 10%); w przypadku niektórych stopów specjalnych, w liniach ciągłych oraz w systemach automatycznych stosowane są mieszaniny kwasu siarkowego i azotowego. Do usuwania oparów kwasu azotowego wykorzystywane jest oczyszczenie gazów. Co pewien czas następuje wymiana kwasu celem zapewnienia, że kwas nie pogarsza jakości powierzchni.

Kwas zużyty doprowadzany jest do oczyszczania i odzyskiwania metalu w wewnętrznych lub zewnętrznych instalacjach przetwarzania. Układy trawienia są odpowietrzane ze względu na ochronę pracowników. Wyroby są płukane, a woda płuczka doprowadzana jest do oczyszczania; szlam zawracany jest do obiegu, jeżeli jest to możliwe. Do odtłuszczenia powierzchni wyrobów walcowanych stosowane są detergenty zawierające wodę. Zużyta woda oczyszczana jest przez ultra-filtrowanie.

3.2 Aktualne poziomy emisji i zużycia

Podstawowym problemem dotyczącym środowiska w przemyśle miedzi rafinowanej jest skażenie powietrza i wody [tm 28, WRC 1993; tm 210, Copper Expert Group 1999 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1999]. Zakłady mają zasadniczo własne oczyszczalnie wód odpadowych; z reguły praktykuje się ponowne zawracanie do obiegu wód odpadowych. Większość potencjalnych wód odpadowych jest ponownie używana.

Przemysłu tego dotyczą niektóre aspekty lokalne, takie jak hałas.

Wskutek niebezpiecznej natury niektórych stałych i płynnych strumieni odpadów, istnieje również znaczne ryzyko zanieczyszczenia gleby, w przypadku, gdy nie będą one właściwie przechowywane i obsługiwane.

Ogromne znaczenie mogą mieć emisje niezorganizowane. Pomiary wykonane zostały dla jednego z głównych pieców do wytapiania miedzi, wytwarzającego miedź pierwotną i wtórną. Wyniki wykazały wyraźnie, że emisje niezorganizowane dominują nawet po dokonaniu usprawnień w systemach wtórnego wychwytu oparów [RM 161, Petersen 1999]. W tym przykładzie zmierzone obciążenia pyłem przedstawiały się następująco:

	Emisja pyłów kg/r	
	Przed dodatkowym wtórnym wychwytem gazów (1992)	Po dodatkowym wtórnym wychwycie gazów (1996)*
Produkcja anod t/r	220000	325000

Emisje niezorganizowane		
Ogółem piec do wytapiania	66490	32200
Poziom sklepienia pieca	56160	17020
Emisje z komina z podstawowego pieca do wytapiania		
Piec do wytapiania/instalacja kwasu	7990	7600
Komin-wtórne kołpaki	2547	2116
Uwaga. * Poziom emisji po zainwestowaniu 10 milionów euro dla uzyskania lepszego wychwytu gazów niezorganizowanych i systemu oczyszczania. Dodatkowa energia = 13,6 GWh/r		

Tabela 3.6: Porównanie ograniczanych i niezorganizowanych obciążeń pyłem z pieca do wytapiania miedzi pierwotnej.
[tm 161, Petersen 1999]

3.2.1 Zużycie energii w produkcji miedzi

W produkcji miedzi energia zużywana jest na większości etapów; najbardziej istotne jest zużycie energii w procesie elektrolitycznym [tm 26, PARCOM 1996]. Zapotrzebowanie na energię (netto) w produkcji w wielu procesach, w których używany jest koncentrat miedzi mieści się w przedziale 14 – 20 GJ/t katod miedzianych [tm 210, Cu Expert Group 1999 – Grupa Ekspertów ds. Cu 1998]. Dokładne wielkości zależą głównie od koncentratu (% S i Fe) oraz od zastosowanego urządzenia do wytapiania, stopnia wzbogacania tlenem oraz zbierania i użycia ciepła technologicznego. Z tych względów, dane porównywalne oparte wyłącznie na typie pieca do wytapiania mogą być niedokładne. Ważniejsze jest wykorzystanie zawartości energii koncentratu; piece do wytapiania, w których zachodzą reakcje egzotermiczne mają niższe zużycie energii (samowystarczalność cieplną).

W produkcji miedzi podaje się zużycie energii na etapie rafinacji elektrolitycznej na poziomie 300-400 kWh na tonę miedzi [tm 137, Cu Expert Group 1998 – Grupa Ekspertów ds. Cu 1998]. Na sprawność elektrolizerni główny wpływ ma rodzaj zastosowanego półwyrobu katody (stal nierdzewna lub miedź) [tm 92, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998], co może mieścić się w zakresie od 92 do 97% jeśli chodzi o aktualną wydajność.

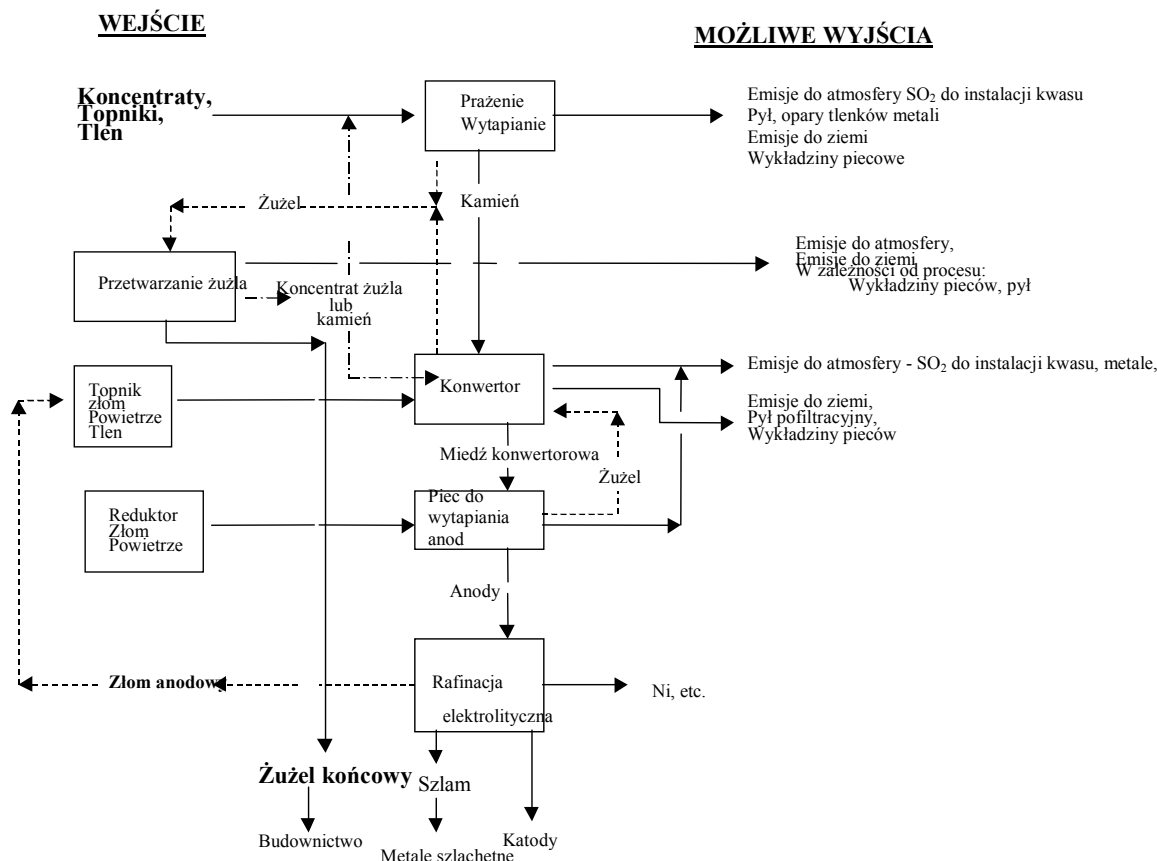
3.2.2 Dane dotyczące emisji i zużycia

Główne źródła emisji i zużycia przy produkcji miedzi są jak następuje: -

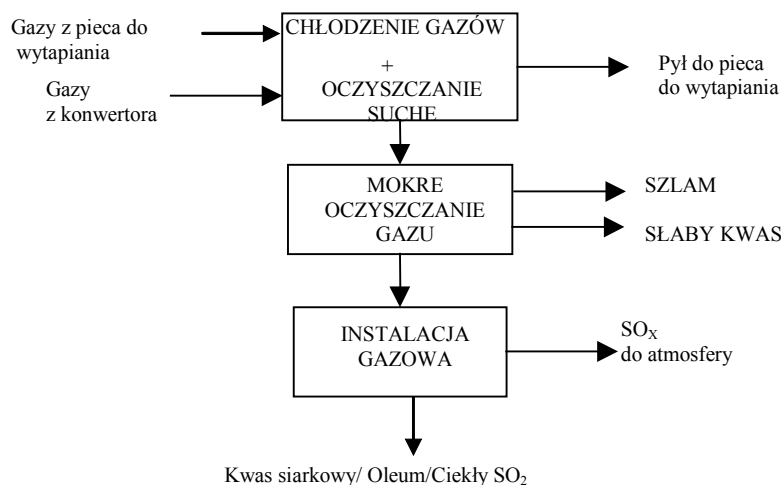
3.2.2.1 Wejście i wyjście miedzi pierwotnej

Dane wejściowe i wyjściowe dla pieca do wytapiania pierwotnego zależą od zawartości miedzi w koncentracie, stężenia innych metali (As, Se, Hg, Ag, Au, itp.) oraz użycia złomu miedzianego lub innego materiału zawierającego miedź w różnych częściach procesu.

Wejście i możliwe wyjścia z typowych technologii wytwarzania miedzi pierwotnej przedstawiono na poniższym schemacie.



Rysunek 3.8: Ogólny schemat wejścia i wyjścia dla miedzi pierwotnej



Rysunek 3.9: Oczyszczanie gazów z pieca do wytapiania i z konwertora

Niektóre piece do wytapiania miedzi pierwotnej są zintegrowane z wtórnymi urządzeniami do wytapiania lub z produkcją pyłów tlenków ołowiu i cynku ze zmieszanych koncentratów, itp. Z tego względu bardzo trudno jest porównać dane wejściowe i wyjściowe. Wartości dotyczące procesów złożonych podane są niżej. Należy pamiętać, że główny wpływ na dane wejściowe i wyjściowe ma zawartość miedzi w koncentracie lub w innym surowcu; z tych względów mogą

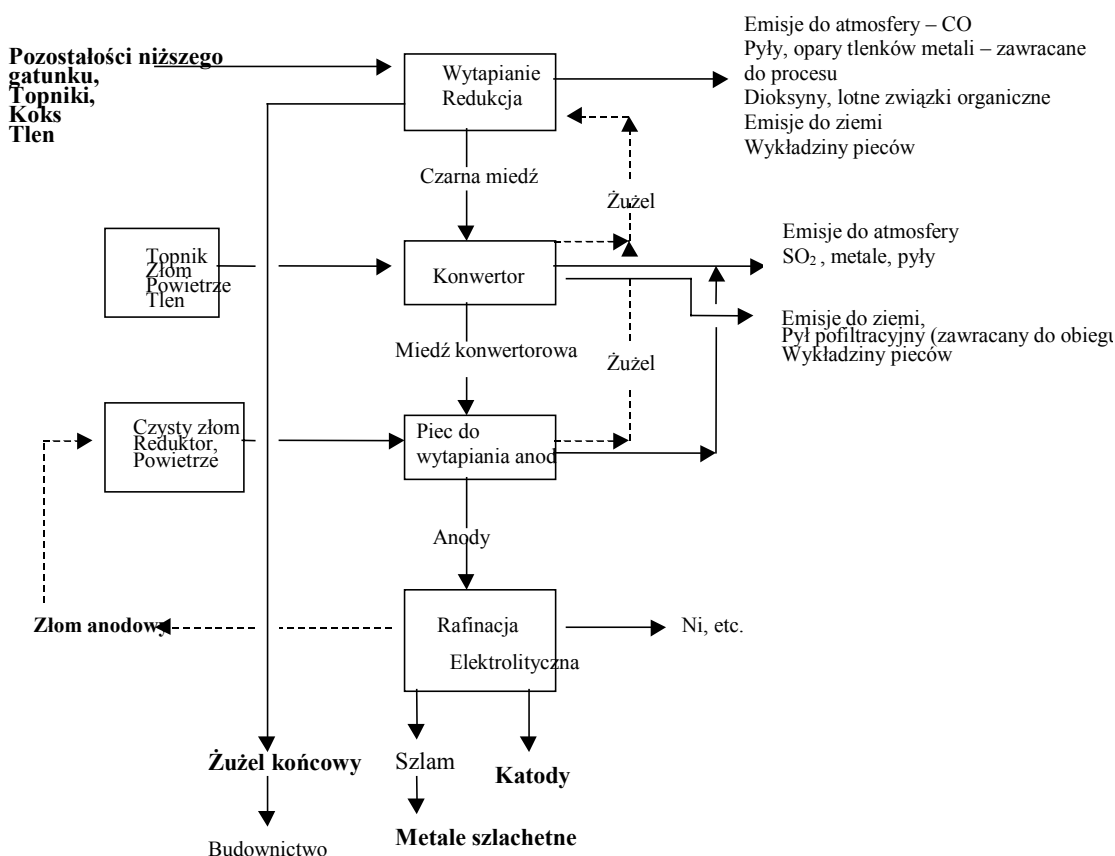
istnieć różnice danych i porównania mogą nie być miarodajne. Odzyskiwanie miedzi podczas wytapiania i rafinacji jest bardziej znaczące i przekracza 96%.

Materiały wsadowe	Ilość [t/r]	Produkty	Ilość [t/r]
Koncentraty miedzi	690000	Katoda miedziowa	370000
Złom miedzi	95000	Sole miedzi	6500
Materiał rozdrobniony ze złomu elektronicznego	1200	Siarczan niklu	1800
Zewnętrzne produkty pośrednie	86000	Metale szlachetne	150
		Ołów rafinowany	9000
		Kwas siarkowy	660000
		Żużle	410000

Tabela 3.7: Przykład danych wejściowych i wyjściowych dla pieca do wytapiania miedzi pierwotnej/rafinerii [tm 124, DFIU Cu 1999]

3.2.2.2 Wejście i wyjście dla miedzi wtórnej

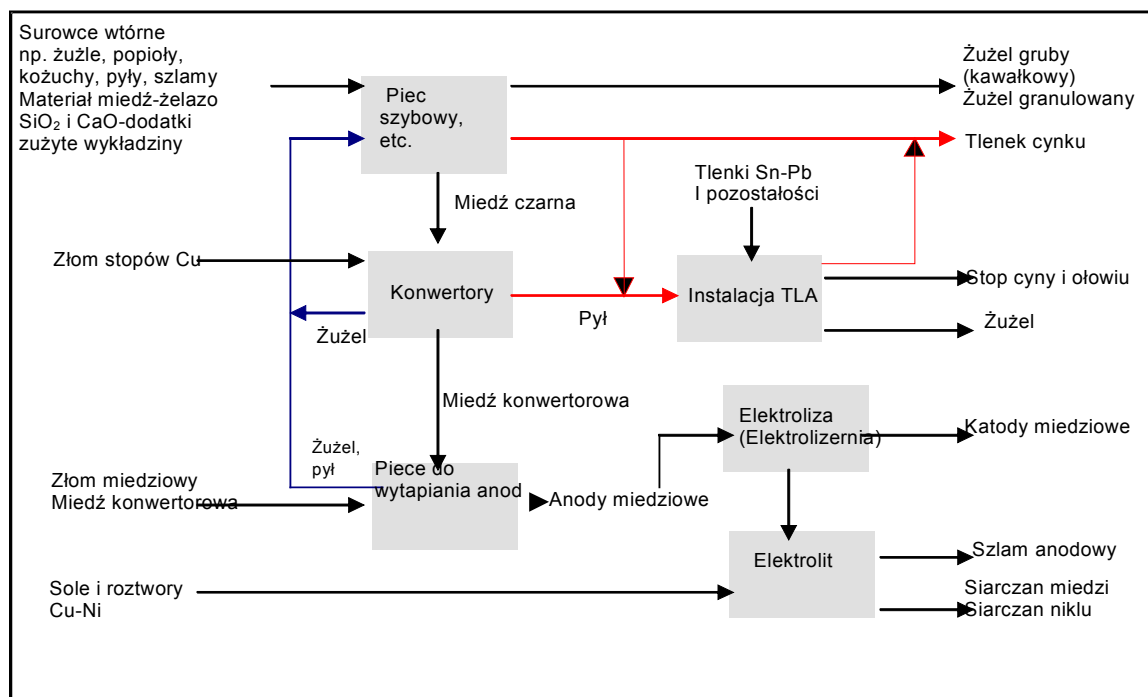
Zgodnie z tym, co przedstawiono wyżej, surowce wtórne można wprowadzać w różnych częściach procesu wtórnego, w zależności od czystości, zawartości innych metali oraz stopnia zanieczyszczenia powierzchni. Stopień zanieczyszczenia organicznego wpływa na potencjalne emisje; na niektórych etapach procesu, do niszczenia składników organicznych takich jak dioksyny, w zależności od stopnia występowania zanieczyszczeń organicznych, stosowane są dopalacze. Na poniższym schemacie przedstawiono wejście i wyjście dla miedzi wtórnej.

WEJŚCIE**MOŻLIWE WYJŚCIA**

Rysunek 3.10: Ogólny schemat wejścia i wyjścia dla wytapiania miedzi wtórnej

Wiele pozostałości zawracanych jest do obiegu w tym samym procesie lub w innych, związanych procesach. Producenci metali nieżelaznych, np. ołowiu, cynku i cyny wykorzystują wiele pozostałości jako surowce w swoich technologiach produkcji. W kilku miejscach do odzyskiwania metali z takich pozostałości włączone zostały procesy lokalne.

Przykład złożonego i zintegrowanego procesu produkcji miedzi i innych metali z surowców wtórnych przedstawiono na schemacie znajdującym się na następnej stronie. W załączonej tabeli przedstawiono ilości wejściowe i wyjściowe, związane z takim szczególnym przykładem.



Rysunek 3.11: Przykład schematu wejścia-wyjścia z produkcji miedzi wtórnej z procesem odzyskiwania cyny/ołowiu.

[tm 124, DFIU Cu 1999]

Wsad	Ilość [t/r]	Efekty	Ilość [t/r]
Złom miedzi ^{*)}	130000	Katody miedziowe	176000
Miedź konwertorowa	20000	Siarczan miedzi	2200
Złom stopu miedzi	35000	Siarczan niklu	2400
Zewnętrzne materiały pośrednie (np. żużle, pyły, popioły, szlamy, zmiotki, itp.)	40000	Tlenki cynku	9000
Materiał miedź-żelazo ^{*)}	25000	Stopy ołów-cyna	3700
Wapień	13000	Szlam anodowy	1000
Krzemionka	11000	Żużel	80000
Koks	25000		
Węgiel	15000		
Paliwo (olej)	11000		

Uwaga. *) wraz ze złomem elektronicznym

Tabela 3.8: Dane wejścia-wyjścia dla powyższego schematu przetwarzania miedzi wtórnej.
[tm 124, DFIU Cu 1999].

3.2.2.3 Emisje do atmosfery

Do atmosfery mogą być emitowane pyły, związki metali, węgiel organiczny (który może powodować tworzenie się dioksyn) i dwutlenek siarki [tm 124, DFIU Cu 1999]. Możliwe źródła i związki z potencjalną emisją do atmosfery przedstawione są w poniższej tabeli i omówione dalej, w niniejszej części:-

Źródła emisji	Pył i związki metali	Dioksyny	Węgiel organiczny	Związki siarki
Transport materiałów	••			
Składowanie	•			
Suszenie	•••		•	•
Przetwarzanie złomu	••	••• (wtórne)	••• (wtórne)	
Wytapianie	•••	••• (wtórne)	• (wtórne)	••• (Przetwarzane w instalacji do odzyskiwania)
Proces konwertorowy	••	• (wtórne)	• (wtórne)	••• (Przetwarzane w instalacji do odzyskiwania)
Rafinacja	••	• (wtórne)	• (wtórne)	•
Wytapianie /Odlewanie	• (•• dla stopów)		• (wtórne) + CO	
Transport kadzi/przelewanie	•••			•
Elektroliza				
Przetwarzanie żużlu	••		•CO	
Uwaga. ••• bardziej istotne• mniej istotne				

Tabela 3.9: Znaczenie potencjalnych emisji do atmosfery z procesów produkcji miedzi

Tlenki azotu są stosunkowo nieistotne [tm 24, DFIU 1996], lecz mogą być absorbowane w kwasie siarkowym wytwarzanym w procesie pierwotnym; zastosowanie wzbogacania tlenem może czasami ograniczyć tworzenie się tlenków azotu w cyklu cieplnym. Takie ograniczenie zależy od punktu, w którym dodawany jest tlen; czasami wyższe stężenie tlenków azotu wytwarzane jest wskutek wzrostu temperatury, jednak objętość gazu i ilość całkowita są mniejsze. Można stosować palniki z niskimi NO_x. W strefie spalania i w części chłodzącej systemu oczyszczania gazów wylotowych (synteza de-novo) mogą tworzyć się dioksyny. W zależności od zastosowanych systemów ograniczenia emisji oraz od jakości stanu utrzymywania instalacji, emisje z tego procesu mogą wydobywać się w postaci emisji kominowych lub w postaci emisji niezorganizowanych. Emisje kominowe są zwykle monitorowane (kontrolowane) w sposób ciągły lub okresowy; przedstawiane są one właściwym władzom przez personel terenowy lub konsultantów zewnętrznych.

3.2.2.3.1 Tlenek węgla

Oprócz przedstawionych wyżej emisji, w procesie wytapiania, w którym stosowane są piece wymagające utrzymywania atmosfery redukcyjnej, mogą być wytwarzane znaczne stężenia tlenku węgla. Ma to w szczególności miejsce w przypadku wytapiania wysokogatunkowej miedzi w piecach szybowych w układzie z odlewaniem kształtowym lub w produkcji walcówki, gdyż wyroby takie wymagają kontrolowanego poziomu tlenu dla uzyskania wysokiej przewodności. Z tego względu, że proces ten przebiega w warunkach redukcyjnych, w gazach może zostać podwyższony poziom tlenku węgla; typowym poziomem jest tu ~5000 mg/Nm³. Zminimalizować CO i

podtrzymać jakość wyrobu mogą stosowane systemy sterowania palnikiem. W procesie tym można wprowadzić również alarmy CO. W piecu szybowym używanym dla produkcji walcówki oraz półwyrobów wytwarzanych jest typowo od 2000 do 11000 g CO na tonę miedzi [tm 117, Cu Expert Group 1998 – Grupa Ekspertów ds. Cu 1998]. W niektórych instalacjach do usuwania węglowodorów z gazów, w przypadku przetwarzania złomu pokrytego substancją organiczną, stosowane jest dopalanie. Jednocześnie niszczy się CO, a emisje ocenia się na poziomie ~ 45 gramów na tonę miedzi [tm 124, DFIU Cu 1999].

Stężenia CO można przewidywać na poziomie podstawowym i może to być wykorzystywane do wyznaczania wpływu CO na jakość lokalnego powietrza (dla CO istnieje propozycja AQS UE) celem dokonania lokalnej oceny dalszych potrzeb z zakresu ograniczania emisji. Usuwanie CO przez spalanie gazów pochodzących z pieca szybowego przy takich poziomach CO może wymagać dodatkowego paliwa, co mogłoby spowodować wykładniczy wzrost CO₂.

Tlenek węgla wytwarzany jest również podczas pracy pieca do oczyszczania żużlu i pieca szybowego i w pewnych okolicznościach może być emitowany w gazach wylotowych. Do usuwania CO można stosować dopalanie, uzyskując dzięki temu typowe stężenia w zakresie od 10 do 200 mg/Nm³. Istnieje przynajmniej jeden przykład, w którym tlen doprowadzany jest za pomocą lancy do gardzieli pieca szybowego, ponad strefę reakcji, dla wprowadzenia strefy dopalania w korpusie pieca. Sposób ten powoduje również zniszczenie związków organicznych, takich jak dioksyny. Piece elektryczne stosowane do oczyszczania żużlu i do procesów redukcji pracują zwykle z dopalaniem wewnątrz pieca lub w specjalnej komorze reakcyjnej.

3.2.2.3.2 Pyły i związki metali

Pyły i związki metali mogą być emitowane na większości etapów technologicznych. Techniki służące do obsługi emisji z etapów transportu, przechowywania (składowania), osuszania i oczyszczania przedstawione są w rozdziale 2; techniki te należy stosować do zapobiegania i minimalizowania takich emisji.

Bezpośrednie i niezorganizowane emisje z etapów wytapiania, procesu konwertorowego i rafinacji są potencjalnie wysokie. Znaczenie takich emisji jest również duże, ponieważ te etapy technologiczne stosowane są do usuwania metali lotnych, takich jak Zn, Pb oraz pewnej ilości As i Cd z miedzi, a metale te występują w gazie i częściowo w pyle.

Piece do wytapiania pierwotnego bardzo dobrze powstrzymują pył i są skuteczne uszczelnione dla zminimalizowania emisji niezorganizowanych; stosowane są tu palniki skoncentrowane oraz lance i z tego względu są łatwiejsze do uszczelnienia. Dla zminimalizowania emisji niezorganizowanych praktykowane jest dobre utrzymanie pieców i kanałów; wychwycone gazy, przed procesami odzyskiwania siarki, są oczyszczane w systemach usuwania pyłów.

Piece do wtórnego wytapiania są bardziej podatne na emisje niezorganizowane podczas ładowania i spuszczenia. Piece te mają duże drzwi załadownicze (okna wsadowe); wypaczenie i niewłaściwe uszczelnienie tych drzwi (okien) jest tu istotnym czynnikiem. Wychwytywane gazy są zwykle chłodzone; pył usuwany jest ze strumieni gazów za pomocą elektrofiltrów lub filtrów workowych. Zwykle uzyskuje się wysoką skuteczność filtrowania; stężenia pyłów po ograniczeniu emisji są w zakresie < 1 – 10 mg/Nm³ [tm 210, Copper Expert Group 1999 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1999; tm 160, Winter Cu 1999].

Wskutek okresowej pracy, etapy konwertorowe i rafinacji mogą zwykle nie być tak dobrze uszczelnione jak etap wytapiania. Istotnym potencjalnym źródłem emisji niezorganizowanych jest tu ładowanie i transport kamienia, żużlu i metalu. Istotniejsze jest tu to, że zastosowanie systemu

transportu kadziowego lub łódkowego może ograniczać skuteczność kołpaków odciągowych spalin, w szczególności w przypadku konwertorów Peirce-Smith'a lub podobnych. Do zminimalizowania takich niezorganizowanych emisji i uzyskania efektywnej pracy, stosowane są różne wtórne systemy wychwyty spalin. Czas odsuwania kołpaka można zminimalizować przez dodawanie topnika i innych materiałów „przez kołpak”. Produkcja kamienia wyższej klasy zmniejsza ilość transportów kadzi i wskutek tego zmniejsza ilość oparów. Z tego względu bardzo ważne są emisje niezorganizowane (i niewychwycone). Rozwiązanie tych problemów zależy od efektywnego i wydajnego wychwyty pierwotnych, a w niektórych przypadkach wtórnych oparów.

Potencjalnymi źródłami pyłów i metali są również etapy wytapiania i odlewania podczas produkcji walcówki, półwyrobów, itp. W produkcji stopów miedzi takich jak mosiądże wytwarzane są znaczne ilości oparów (ZnO) na etapie odlewania, co wymaga wydajnego wychwyty. Obciążenie pyłem jest zasadniczo niskie, natomiast można stosować odzysk ciepła/energii, jeżeli będzie to właściwe. Zwykle stosowany jest efektywny wychwyty oparów oraz filtry tkaninowe [tm 117, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998].

Emisje metali zależą w znacznym stopniu od składu pyłów wytwarzanych w procesach. Skład ten zmienia się w szerokim zakresie i wpływają na niego: a) proces będący źródłem pyłów i b) przetwarzane surowce. Na przykład pył wytwarzany w konwertorze złomu różni się całkowicie od pyłów pochodzących z konwertora kamienia. W poniższej tabeli przedstawiono zmierzone zakresy metali w pyłach pochodzących z wielu procesów przetwarzania miedzi.

Składnik	Pył z EP pieca wytapiania kamienia z koncentratu	Pył z pieca szybowego	Pył z konwertora złomu	Pył z EP konwertora kamienia	Pył z elektrycznego pieca do oczyszczania żużlu	Pył z pieca do wytapiania anod
Pb%	0,1 – 5	5 – 40	5 – 30	2 – 25	2 - 15	2 – 20
Zn%	0,1 – 10	20 – 60	25 – 70	5 – 70	25 - 60	5 – 40
Sn%	0,1 – 1	0,2 – 5	1 – 20	0,1 – 4		
Cu%	5 – 30	2 – 12	2 - 15	10 – 25	0,5 – 2,5	15 – 25
As%	0,1 – 4					0,5 – 10
Ni%	0,1 – 1	0,1 - 1		0,1 - 1		

(EP = filtr elektrostatyczny)

Tabela 3.10: Główne składniki pyłów pochodzących z przetwarzania miedzi

3.2.2.3.3 Organiczne związki węgla

Związki te mogą być emitowane podczas produkcji pierwotnej z etapu suszenia, w zależności od materiałów użytych do przetwarzania rudy oraz paliwa użytego do suszenia. W przypadku produkcji wtórnej, najistotniejsze źródła znajdują się na etapach przetwarzania złomu, wytapiania i rafinacji. W przypadku dodawania do konwertora złomu zanieczyszczony materiał organicznym i nie osiągnięcia pełnego spalania, potencjalnym źródłem jest również etap przetapiania miedzi wtórnej; ma to szczególnie miejsce w przypadku emisji niezorganizowanych. W przypadku używania jako materiału wsadowego materiału oleistego, w produkcji walcówki miedzi i półwyrobów mogą być emitowane lotne związki organiczne (VOC) w ilości 5 – 100 g na tonę miedzi. VOC mogą być również emitowane w procesach odłuszczenia rozpuszczalnikiem i ekstrakcji rozpuszczalnikowej.

3.2.2.3.4 Dioksyny

Organiczne związki węgla, które mogą być emitowane zawierają dioksyny pochodzące ze złego spalania olejów i tworzyw sztucznych znajdujących się w materiale wsadowym oraz z syntezy de-novo, w przypadku, gdy gazy nie będą wystarczająco szybko chłodzone. Praktykowane jest przetwarzanie (kondycjonowanie) złomu w celu usunięcia zanieczyszczeń organicznych, lecz częściej do oczyszczania gazów wytworzonych przez szybkie chłodzenie stosuje się dopalacze. W przypadkach, w których nie jest możliwe oczyszczanie w dopalaczu gazów pochodzących z pieców, można je utleniać przez dodawanie tlenu powyżej strefy wytapiania. Można również identyfikować zanieczyszczenia organiczne w surowcach wtórnych i dobierać najodpowiedniejszą kombinację układu pieca i ograniczania emisji, dla zapobieżenia emisji dymów i oparów oraz związanych z tym dioksyn.

Jak podała Techniczna Grupa Robocza TWG, w przypadku wytapiania pierwotnego i procesu konwertytorowego, wysokie temperatury pracy niszczą związki organiczne, a obecność dwutlenku siarki hamuje syntezę de-novo dioksyn. Potencjalnym źródłem dioksyn w przemyśle półwyrobów jest również roztopiony złom zanieczyszczony materiałem organicznym.

Niektóre czynniki wpływające na emisję dioksyn przedstawione są w rozdziale 2. Technikami używanymi w tym sektorze do ograniczania dioksyn są: dopalanie, kontrolowany transport i chłodzenie gazów oraz efektywne usuwanie pyłów; stosowana jest również absorpcja za pomocą węgla aktywnego.

3.2.2.3.5 Dwutlenek siarki

Najistotniejszymi źródłami dwutlenku siarki są etapy prażenia i wytapiania oraz procesu konwertytorowego w produkcji miedzi pierwotnej przy użyciu koncentratów siarczkowych [tm 24, DFIU 1991]. Spodziewane są tu emisje nieorganizowane, lecz można je wychwycić w różny sposób [tm 124, DFIU Cu 1999]. Dwutlenek siarki może być również emitowany na etapie osuszania koncentratu (głównie z paliwa używanego w palniku) i na pierwotnych etapach rafinacji, gdzie miedź konwertytorowa zawiera od 0,03% do 0,1% rozpuszczonej siarki. Stężenie w gazie odlotowym jest zwykle bardzo niskie i, w razie potrzeby, stosowane jest zasadniczo proste płukanie gazów.

W przypadku nie stosowania częściowego prażenia i wytapiania rudy prażonej na kamień w osobnych urządzeniach z powodu specjalnego materiału wsadowego, jednocześnie z prażeniem odbywa się wytapianie koncentratów miedzi. Zastosowanie do wytapiania pieców uszczelnionych umożliwia efektywny wychwyt dwutlenku siarki. We wszystkich piecach do wytapiania pracujących w UE stosowane jest wzbogacanie tlenem, wytwarzające wysokie stężenie dwutlenku siarki. W ten sposób umożliwia się zminimalizowanie objętości gazów odlotowych oraz zmniejszenie wielkości systemu do oczyszczania gazu i instalacji kwasu siarkowego. Bardzo wysokie poziomy wzbogacania tlenem mogą zwiększyć stężenie trójtlenku siarki w gazach doprowadzanych do instalacji kwasu. Ta zwiększona ilość trójtlenku siarki w gazie pochodzącym z pieca absorbowana jest w płuczkach wieżowych i zwiększa ilość słabego kwasu do przetwarzania, innego wykorzystania lub likwidacji. Do przemiany gazów na kwas stosowane są kontaktowe instalacje kwasu siarkowego z 4 lub 5 przejściami. W przypadku niskiej zawartości dwutlenku siarki (< 6%), w niektórych przypadkach używane są instalacje z pojedynczym kontaktem; w przeciwnym przypadku stosowane są instalacje z podwójnym kontaktem [tm 92, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. W razie potrzeby, ciekły dwutlenek siarki można wytwarzać z części dwutlenku siarki zawartego w gazie.

Znaczne stężenia dwutlenku siarki wytwarzane są również na etapie procesu konwertorowego kamienia. W przypadku używania konwertorów pracujących okresowo typu Peirce-Smitha lub podobnych, istnieją dwa potencjalne problemy. Po pierwsze, wychwyty gazów nie jest całkowicie skuteczny, co oznacza, że zastosowanie tu mają te same uwagi jak do pyłów. Po drugie, stężenie dwutlenku siarki w gazach zmienia się znacznie w zależności od etapu procesu konwertorowego i może wywołać problemy w systemach usuwania dwutlenku siarki, jeżeli nie zostaną one zaprojektowane w specjalny sposób dla uwzględnienia takiego zróżnicowania. Gazy te mieszane są ze stałymi gazami o wyższym stężeniu, wytwarzanymi przez piec do wytopienia pierwotnego, dla podtrzymania samowystarczalności cieplnej instalacji kwasu siarkowego. Wytwarzanie znacznych ilości dwutlenku siarki można również ograniczyć przez zastosowanie kilku konwertorów w sekwencyjnej pracy fazowej łączącej gazy odlotowe.

W procesach ciągłych takich jak proces Mitsubishi i proces Kennecott – Outokumpu Flash Smelt/zawieszinowy proces konwertorowy, podtrzymywane jest wysokie i stałe stężenie dwutlenku siarki i nie jest w nich wymagane przewożenie kadzi [tm 67, Kennecott 1997; tm 73, Mitsubishi 1992]. W rezultacie wytwarzane objętości gazów są niższe. Oznacza to, że stężenie dwutlenku siarki jest wyższe w gazie odlotowym, lecz masa jest znacznie mniejsza, przynajmniej podczas transportu, czyszczenia i chłodzenia gazu. W instalacji kontaktowej musi być dostosowany stosunek SO_2/O_2 , a stężenie SO_2 rozcieńczone do maksymalnego tolerowanego stężenia.

Po odzyskaniu ciepła i oczyszczaniu w filtrze elektrostatycznym, dwutlenek siarki zawarty w gazie pochodzącym z etapów wytopienia przemieniany jest na trójtlenek siarki (SO_3). W zakładach kwasu siarkowego pracujących w Europejskim Przemśle Miedziowym podaje się efektywność przemiany na poziomie od 99,5 do 99,8% (z wyłączeniem uruchomienia) [tm 92, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. Bardzo mała ilość SO_3 nie jest absorbowana i jest emitowana z resztkowym SO_2 [tm 124, DFIU Cu 1999]. Podczas uruchamiania i wyłączenia mogą występować emisje słabych gazów. Zdarzenia takie należy zidentyfikować dla poszczególnych instalacji; wiele firm dokonało znacznych usprawnień sterowania procesem dla zmniejszenia takich emisji. Czynniki powyższe bierze się zwykle pod uwagę przy projektowaniu wysokości kolumn przeznaczonych dla gazów pochodzących z instalacji gazowych, w celu zmniejszenia lokalnego niekorzystnego wpływu na środowisko.

Dwutlenek siarki może występować również w gazach wytwarzanych na etapach wtórnego wytopienia, z powodu zawartości siarki w paliwie i w surowcach. W niektórych przypadkach, do usuwania SO_2 używane są płuczki wieżowe a w jednym przypadku gazy z pieca elektrycznego (i z konwertora Cu/Pb), w przypadku występowania określonych surowców, kierowane są do instalacji kwasu siarkowego pracującej dla pieca do wytopienia miedzi pierwotnej.

3.2.2.3.6 Tlenki azotu

Na poszczególnych etapach produkcji miedzi stosuje się zwykle wysokie temperatury oraz tlen. W ten sposób obniża się ciśnienie cząstkowe azotu w płomieniu oraz ilość tworzonego tlenku azotu, pod warunkiem nie występowania azotu w dużych ilościach w bardzo gorących obszarach. Dla miedzi wtórnej, w zależności od pieca i typu pracy, typowe podawane poziomy emisji tlenków azotu znajdują się w zakresie od 50 do 500 mg/Nm^3 . W przypadku NO_x , przy stosowaniu technologii o wysokiej wydajności (np. Contimelt) wymagane jest lokalne zrównoważenie między zużyciem energii i osiągniętą wartością.

Tlenki azotu z procesu pierwotnego są absorbowane głównie w wytwarzanym kwasie siarkowym. Z tego względu tlenki azotu nie stanowią podstawowego problemu dla środowiska przy instalacji.

3.2.2.3.7 Podsumowanie emisji do atmosfery

Typ procesu	Pył g/t produktu metalicznego	Dwutlenek siarki g/t produktu metalicznego	Cu g/t produktu metalicznego	Pb g/t produktu metalicznego	As g/t produktu metalicznego
Pierwotna Cu	160 – 1000	6600 – 16000	30 – 250	7 - 35	3 - 20
Wtórna Cu	100 – 1000	500 – 3000	8 – 100	10 - 60	0,5 - 5
Wytapialnia Produkcja półwyrobów			1 – 3.5	0,1 - 1	0,01 – 0,2
Produkcja walcówki	20 – 500	10 – 50	12 – 260		

Tabela 3.11: Jednostkowe emisje do atmosfery z procesów pierwotnych i wtórnych [tm 124, DFIU Cu 1999; UK Chemical Release Inventory 1998; tm 160 Winter Cu 1999]

Urządzenie technologiczne		Pył mg/Nm ³	CO mg/Nm ³	TOC mg/Nm ³
Wytapialnia	Piec elektryczny	< 10		< 20
	Piec obrotowy	< 10		< 50
	Piec szybowy (ASARCO)	< 10	< 100*	< 20
Walcownia				< 50
Mielenie		< 10		

Uwaga. *Z dopalaczem (dopalenie w zależności od rodzaju surowca wsadowego (zawartości oleju/substancji organicznych). Tylko wychwycone emisje.

Tabela 3.12: Osiągane emisje z technologii produkcji półwyrobów [tm 124, DFIU Cu 1999]

Urządzenie technologiczne		Pył g/t	CO g/t	TOC g/t	PCDD/F µg/t (I-TEQ)
Wytapialnia	Piec elektryczny	< 70	-	< 80	< 5
	Piec obrotowy	< 50	-	< 11	< 10
	Piec szybowy (ASARCO)	< 12			< 10
	bez dopalacza		< 10000		
	z dopalaczem		< 45	< 9	
Walcownia		-		< 100	
Mielenie		< 20			

Uwaga. *) Dopalenie w zależności od rodzaju surowca wsadowego (zawartości oleju/substancji organicznych). Tylko wychwycone emisje.

Tabela 3.13: Emisje jednostkowe (wskaźniki emisji) dla technologii wytwarzania półwyrobów [tm 124, DFIU Cu 1999]

3.2.2.4 Emisje do wody

W procesach pirometalurgicznych używane są znaczne ilości wody chłodzącej (systemy chłodzące przedstawione są w rozdziale 2 i w osobnym dokumencie referencyjnym BAT dotyczącym systemów chłodzenia). Inne źródła wody technologicznej przedstawione są w poniższej tabeli. Ze źródeł tych do wody może być emitowana zawiesina stała, związki metali i oleje. W celu usunięcia rozpuszczonych metali i ciał stałych, oczyszczane są wszystkie wody odpadowe. W wielu instalacjach, woda chłodząca i oczyszczone wody odpadowe, włączając w to wodę deszczową, używane są ponownie lub zwracane do obiegu w obrębie procesu [tm 210, Copper Expert Group 1999 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1999]. Potencjalne źródła oraz zależność potencjalnych emisji do wody przedstawione są w niżej przedstawionej tabeli i są przedstawione dalej, w niniejszej części.

Źródła emisji	Zawiesina stała	Związki metali	Olej
Odprowadzanie ścieków z powierzchni	•••	••	•••
Woda chłodząca do bezpośredniego chłodzenia	•••	•••	•
Woda chłodząca do pośredniego chłodzenia	•	•	
Woda granulująca	•••	••	
Ługowanie (jeżeli nie jest to układ zamknięty)	•••	•••	•
Trawienie	••	•••	•••
Elektrolizernia (jeżeli nie jest to układ zamknięty)		•••	
Systemy płukania	•••	•••	
Uwaga. ••• bardziej istotne• mniej istotne W UE nie są stosowane otwarte obiegi ługowania ani obiegi otwarte w elektrolizerniach.			

Tabela 3.14: Znaczenie potencjalnych emisji do wody z procesów produkcji miedzi

3.2.2.4.1 Zawiesina stała i związki metali

Zawiesina i związki metali mogą być emitowane na kilku etapach procesu; najbardziej istotne mogą być tu wody odpadowe i wody płukania z operacji trawienia. Techniki dotyczące obsługi emisji pochodzących z transportu surowców i miejsc składowania przedstawione są w rozdziale 2; techniki te stosowane są do zapobiegania i minimalizowania takich emisji. Woda powierzchniowa może pochodzić z opadów deszczowych lub ze zwilżania składowanego materiału w celu zapobieżenia tworzeniu się pyłów.

Potencjalnymi źródłami zawiesiny stałej i związków metali są systemy chłodzenia, granulacji i ługowania. Zasadniczo systemy te są uszczelnione, a woda zawracana jest z powrotem do obiegu lub też są to systemy bezkontaktowe.

W elektrolizerniach, liniach do wytrawiania i w płuczkach wieżowych wytwarzane są wody płuczkowe, zużyty elektrolit i ścieki technologiczne. Ścieki takie zawierają znaczne ilości związków metali w roztworze i przed zrzucaniem do wody są oczyszczane razem z płynami spuszczanymi z uszczelnionych systemów chłodzenia i granulacji [tm 28, WRC 1993]. Ze względu na możliwość wycieków z systemu, konieczne są układy monitoringowe dla rurociągów i zbiorników magazynowych, w szczególności dla rurociągów znajdujących się poza zakładem i w przypadkach, w których znajdują się na obszarach bez systemów wychwytu. Procesy oczyszczania wód odpadowych przedstawione są w rozdziale 2; stosowane metody zależą od istniejących zanieczyszczeń, przeznaczenia oczyszczanej wody oraz jakości lokalnego środowiska.

	Przepływ [m ³ /r]	Główne składniki [mg/l]					
		Cu	Pb	As	Ni	Cd	Zn
Woda technologiczna	72000	0,01-0,2	0,001-0,04	0,01-0,1	0,004-0,15	0,0001-0,1	0,01-0,2
Odpływ powierzchniowy	322000	0,01-0,4	0,005-0,2	0,003-0,07	0,002-0,4	0,0002-0,1	0,03-0,4
Bezpośrednia woda chłodząca	11300000	0,01-0,25	0,001-0,1	0,001-0,1	0,002-0,06	0,0001-0,003	0,02-0,5
Woda chłodząca (ogółem)	82000000						

Uwaga. Tabela dotyczy połączonego kompleksu rafinerii/pieca do wytopiania miedzi pierwotnej/wtórej położonego nad rzeką w pobliżu morza, wytwarzającego 370000 ton katodowej Cu rocznie.

Tabela 3.15: Przykład zawartości metali w różnych wodach odpadowych po oczyszczeniu [tm 124, DFIU Cu 1999]

Składnik	Wielkość kg/r
Cu	11
Ni	3
Zn	25
Pb	1
Cr	1
As	0,01
Cd	0,01
Hg	0,01
Sn	1
Uwaga. Odprowadzanie ścieków 35000 m ³ /r.	

Tabela 3.16: Roczne obciążenia odprowadzane do wody z zakładów produkcyjnych półwyrobów z miedzi [tm 124, DFIU Cu 1999]

Szlamy wytwarzane we wszystkich tych procesach są zwykle przesyłane do kontrolowanej likwidacji; w niektórych przypadkach są one zawracane do pieca do wytopiania w celu odzyskania frakcji metali.

3.2.2.4.2 Olej

Olej może występować w surowcach wtórnych i może być wmywany z miejsc składowania. Techniki stosowane do składowania przedstawione są w rozdziale 2. Woski i oleje stosowane są w procesach powlekania i ciągnięcia związanych z wytwarzaniem prętów i innych profili; ich występowanie brane jest pod uwagę w celu zapobieżenia zanieczyszczeniu wody.

3.2.2.5 Produkty uboczne, pozostałości technologiczne i odpady

Niektóre produkty pośrednie wytwarzane podczas produkcji miedzi mogą znajdować się w Wykazie Odpadów Niebezpiecznych (decyzja Rady 94/904/EWG) przedstawionym w punkcie 2.10.1. Większość z tych materiałów zawiera dające się odzyskać ilości miedzi i innych metali nieżelaznych i z tego względu używane są jako surowce jako takie, np. żużel z produkcji cyny z kasyterytu jest głównym źródłem tantalu i niobu. W procesie wytapiania można używać również pyłów piecowych pochodzących ze wszystkich źródeł; w celu zapobieżenia pyleniu podczas transportu, są one transportowane ostrożnie, zwykle w specjalnie zaprojektowanych systemach lub są już wstępnie przetworzone dla dalszych wymagań technologicznych. Niektóre wykładziny piecowe można również stosować ponownie jako masę do zatykania otworu spustowego lub w procesie; wykładziny takie mogą być zawarte w żużlu; w innych przypadkach, wykładziny są likwidowane.

Źródło w procesie technologicznym	Produkty pośrednie, produkty uboczne, pozostałości	Wykorzystanie końcowe
Systemy ograniczania	Pyły pofiltracyjne Związki rtęci Zużyte katalizatory i kwas Szlamy kwasu siarkowego Słaby kwas	Surowiec dla Cu (zawracany do pieca do wytapiania), Pb, Zn i innych metali. Surowiec dla Hg. Przemysł chemiczny. Neutralizacja. Inne wykorzystanie, np. ługowanie, rozkład dla SO ₂ .
Piec do wytapiania	Żużel Wykładziny piecowe	Do pieca żużlowego lub innego oddzielania – zawracanie do obiegu wewnętrznego. Odzyskany lub likwidowany.
Konwertor	Żużel	Do pieca do wytapiania –zawracanie do obiegu wewnętrznego.
Piec do oczyszczania żużla	Żużel	Materiał ścierny, budowlany.
Piec do rafinacji (produkcja anod)	Żużel	Do pieca do wytapiania – zawracanie do obiegu wewnętrznego.
Elektrolizernia	Upust elektrolitu Resztki anody Szlam anodowy	Sole Ni, odzyskiwanie Cu, odzyskiwanie kwasu oraz inny użytek. Zawracanie do obiegu wewnętrznego: konwertor (chłodzenie) lub piec anodowy. Odzyskiwanie metali szlachetnych.
Topienie/wytapianie	Zanieczyszczenia i żużel	Surowiec do odzysku metali.
Ogólne	Oleje	Odzyskiwanie oleju.
Hydrometalurgia	Elektrolit zubożony	Ługowanie.
Produkcja półwyrobów	Kwasowe roztwory do	Likwidacja odpadów, w przypadku niskiej

	trawienia i płukania.	zawartości metali nieżelaznych lub sprzedaż dla odzysku metali.
Produkcja walcówki	Kwasowe roztwory do trawienia (jeżeli są stosowane)	Odzyskiwanie w osobnym elektrolizerze.

Tabela 3.17: Produkty pośrednie, produkty uboczne i pozostałości z produkcji miedzi

Odpady przeznaczone do likwidacji utrzymywane są na minimalnym poziomie; odpady takie składają się głównie ze szlamów kwasowych pochodzących z instalacji kwasu siarkowego, które są przetwarzane i przesyłane do likwidacji oraz z wykładzin pieców, z których części nie można odzyskać w procesie. W niektórych przypadkach wytwarzane są odpady pochodzące z przetwarzania żużlu z pieca do wytapiania lub konwertora; odpady takie są likwidowane na miejscu lub na terenie kopalni, jeżeli jest w pobliżu. Inne odpady są odpadami gospodarczymi lub odpadami wyburzeniowymi.

Potencjalne wykorzystanie pozostałości technologicznych przedstawione jest w powyższej tabeli. Wiele z tych odpadów używanych jest jako surowce do produkcji innych metali lub jako materiały zawracane do obiegu w cyklu produkcyjnym miedzi [tm 210, Copper Expert Group 1999 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1999].

Urządzenie	Produkty uboczne, pozostałości	Ilość [t/r]	Opcja zużycia/przetworzenia
Instalacja pierwotna: Roczna produkcja anodowa: - miedź pierwotna 220000 t/r			
Piec do wytapiania zawieszinowego	Pył	100000	Zużycie wewnętrzne w piecu do wytapiania zawieszinowego
	Żużel	400000	Dalsze przetwarzanie w piecu elektrycznym
Piec elektryczny	Pył	400	Zużycie zewnętrzne dla wytwarzania Zn/Pb
	Żużel	400000	Zużycie zewnętrzne jako materiał budowlany
Konwertyor miedzi	Pył	4000	Wewnętrzne zawracanie do pieca do wytapiania zawieszinowego lub do pieca elektrycznego (instalacja wtór.)
	Żużel	150000	Zużycie wewnętrzne w piecu do wytapiania zawieszinowego
Piec do wytapiania anod	Pył	200	Zużycie wewnętrzne w piecu do wytapiania zawieszinowego
	Żużel	20000	Zużycie wewnętrzne w konwertorze miedzi
Instalacja kwasu siarkowego	Kwas siarkowy	656000	Produkt uboczny na sprzedaż
Instalacja wtórna: roczna produkcja katodowa: miedź wtórna 150000 t/r.			
Piec elektryczny	Pył	10000	Produkt uboczny na sprzedaż w celu odzyskania Zn
	Żużel	40000	Zużycie zewnętrzne jako materiał budowlany
Konwertyor	Pył	400	Użycie wewnętrzne w piecu

	Żużel	10000	elektrycznym Użycie wewnętrzne w piecu elektrycznym
Proces Contimelt	Pył	1000	Użycie wewnętrzne w piecu do wytapiania zawieszinowego/piecu elektrycznym
	Żużel	2000	Użycie wewnętrzne w konwertorze miedzi
Konwerty złomu/instalacja TLA	Pył	1000	Dalsze przetwarzanie w instalacji TLA
	Żużel	2000	Użycie wewnętrzne w piecu elektrycznym
Inne:			
Elektroliza	Szlam anodowy (ciężar w stanie mokrym)	3000	Użycie wewnętrzne w zakładzie chemicznym dla odzyskania metali szlachetnych Se, Te, Pb
	Roztwór końcowy	35000 m ³	Użycie wewnętrzne w zakładzie chemicznym do produkcji siarczanu niklu, As ₂ O ₃ , H ₂ SO ₄
Instalacja do oczyszczania technologicznej wody odpadowej	Szlam (ciężar w stanie mokrym)	1500	Likwidacja jako niebezpiecznego odpadu
Ogólne	Odpady gospodarcze	400	

Tabela 3.18: Przykład ilości pozostałości wytwarzanych przez złożoną instalację pierwotną i wtórną.

[tm 124, DFIU Cu 1999]

Urządzenie	Produkt uboczny, pozostałości	Ilość[t/r]	Opcja zużycia/przetworzenia
Piec szybowy	Żużel	30000 – 35000	Sprzedawany jako materiał budowlany
	Tlenek z komory dopalania, kotła i chłodnicy	700 – 800	Wewnętrzne zużycie w piecu szybowym
	Tlenek z filtra	1000 – 1300	Zużycie zewnętrzne w celu odzyskania Zn, Pb itp.
Konwertory	Żużel	17000 – 19000	Wewnętrzne zużycie w piecu szybowym
	Tlenek z komory dopalania	250 – 300	Wewnętrzne zużycie w piecu szybowym
	Tlenek z chłodnicy	100	Wewnętrzne zużycie w piecu szybowym
	Pozostałości	300	Wewnętrzne zużycie w piecu

			szybowym
	Tlenek z filtra	3500 – 3700	Zużycie zewnętrzne w celu odzyskania Zn, Pb itp.
Piec do wytapiania anod	Pozostałości miedzi anodowej	7000 – 8000	Wewnętrzne zużycie w piecu szybowym
	Tlenek z filtra	150	Wewnętrzne zużycie w piecu szybowym
	Pozostałości z pieca	200	Wewnętrzne zużycie w piecu szybowym
Elektroliza	Szlam anodowy	360	Zużycie zewnętrzne
	Siarczan niklu	700	Zużycie zewnętrzne
Ogólne	Odpady gospodarcze	brak danych	
Uwaga. Roczna produkcja 60000 t/r katod.			

Tabela 3.19: Przykład ilości pozostałości wytwarzanych w instalacji wtórnej.
[tm 124, DFIU Cu 1999]

Żuźle zawierają zmienne ilości miedzi i wiele z nich jest ponownie używanych lub przetwarzanych w celu odzyskania zawartego w nich metalu. Żużel często przetwarzany jest w procesach termicznych w celu wytworzenia żużlu obojętnego.

Składnik	Piec do wytapiania zawieszinowego	Konwertor Peirce-Smitha	Związany żużel po oczyszczeniu żużlu w elektrycznym piecu
	[% wagowe]		
Miedź	1 – 2,5	3 – 5	0,3 – 0,8
Żelazo (ogółem)	38 - 45	40 - 45	40 - 43
Krzemionka	30 - 33	25	28 – 32
Magnetyt	4 - 18	25	< 2

Tabela 3.20: Skład niektórych żużli pochodzących z wytapiania miedzi przed procesem oczyszczania żużlu.
[tm 124, DFIU Cu 1999]

Wiele żużli wytwarzanych w procesach przeróbki żużlu zawiera bardzo niskie poziomy metali ługowalnych i są stabilne. Są one często sprzedawane jako wyroby dla przemysłu materiałów ściernych i budowlanego, gdyż mają znakomite właściwości mechaniczne, które są czasami lepsze od konkurencyjnych minerałów naturalnych. W procesie takim można odzyskiwać oleje z różnych źródeł.

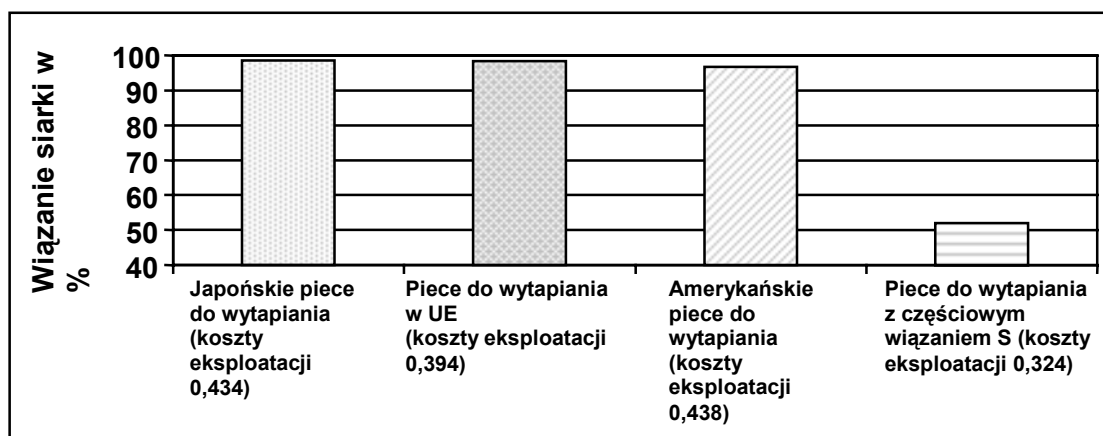
3.3 Techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT

W części niniejszej przedstawiono wiele technik służących do zapobiegania oraz ograniczania emisji i pozostałości, jak również techniki służące do zmniejszenia całkowitego zużycia energii. Wszystkie te techniki są dostępne w sprzedaży. Celem ukazania technik prezentujących wysoką

efektywność w zakresie ochrony środowiska, przedstawione zostały odpowiednie przykłady. Techniki przedstawione jako przykłady, zależą od informacji dostarczanych przez przemysł, europejskie Państwa Członkowskie oraz oceny Europejskiego Biura IPPC w Sewilli. Techniki podstawowe przedstawione w rozdziale 2, „powszechnie stosowane technologie” mają zastosowanie w największym zakresie do procesów przedstawionych w niniejszej części oraz wpływają na sposób kontroli i obsługi procesów głównych i związanych.

Istotne znaczenie ma również sterowanie parametrami pracy pieca i zapobieganie niezorganizowanym emisjom z pieców oraz procesów spuszczenia i odlewania. Stosowane są również techniki używane w innych sektorach, w szczególności dotyczące zastosowania systemów do odzyskiwania siarki.

Na odpowiednie techniki w skali lokalnej silnie wpływają surowce, które mają być przetwarzane, a w szczególności rodzaj i zmienność koncentratu oraz surowców wtórnych mogą być decydujące dla wyboru procesu. W skali światowej, niektóre operacje mają wydzielone jedno źródło surowca; większość zakładów w Europie kupuje koncentraty na wolnym rynku i musi zachować elastyczność w przetwarzaniu całego asortymentu surowców. W podobny sposób standard stosowanych na świecie w przemyśle systemów wychwytu i ograniczania emisji odzwierciedla lokalne, regionalne lub szerokok zakresowe standardy (normy) z zakresu ochrony środowiska i z tego względu trudno jest bezpośrednio porównać skutki dla środowiska wynikające z połączenia różnych procesów. Można jednak ocenić, jak określony proces może pracować z odpowiednimi, nowoczesnymi urządzeniami służącymi do ograniczania emisji [tm 210, Copper Expert Group 1999 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1999].



Uwaga: Wiązanie siarki: - w Japonii 98,6%; w Europie 98,3%; w Ameryce 96,8%; w innych krajach (Koszty oparte na 1 € = 1,06 \$ (16-6-99)).

Tabela 3.21: Średnie wiązanie siarki w stosunku do kosztów eksploatacji w €/kg uzyskiwane w piecach do wytopienia na całym świecie. Źródło - Brook Hunt CRU Badania Miedzi 1997.

Stosując stopień wiązania siarki jako przykład, powyżej przedstawiono skutki dla środowiska i osiągnięcia instalacji europejskich. W tabeli przedstawiono, że dobre wiązanie siarki w UE można osiągnąć w granicach opłacalności ekonomicznej. Jest to przedstawione tutaj w kategoriach bezpośrednich kosztów eksploatacji dla instalacji z porównywalną, nowoczesną technologią przetwarzania, lecz przy zróżnicowaniu w ograniczaniu emisji.

3.3.1 Składowanie materiałów, transport i procesy wstępного przetwarzania

3.3.1.1 Surowce pierwotne

Surowcami są tu koncentraty, topniki i paliwo. Istotne aspekty to: zapobieganie ucieczkom pyłów oraz materiału mokrego, wychwyt i oczyszczanie pyłów i płynów oraz sterowanie parametrami wejściowymi i roboczymi procesów obsługi i zasilania.

Problemy charakterystyczne dla tej grupy są następujące:

- Potencjalnie pylista natura niektórych koncentratów i topników (np. wapna) oznacza, że technikami, które należy rozważyć w tym przypadku są: składowanie w miejscach zamkniętych, systemy transportu i przetwarzania. Pył wytwarzany w niektórych operacjach kruszenia żużłu oznacza, że dla tej technologii można stosować wychwyt i ograniczanie emisji. Podobnie, woda do granulacji żużłu może wymagać sedymentacji lub innej obróbki przed odprowadzeniem.
- Koncentraty mieszane są z topnikami w celu wytworzenia wsadu o prawie stałym składzie; z tego względu technikami, które należy wziąć pod uwagę są: generalne praktykowanie pobierania próbek i analizy dla scharakteryzowania koncentratów oraz osobne składowanie poszczególnych koncentratów, w celu przygotowania optymalnej mieszanki do przetapiania.
- Technikami, które należy tu wziąć pod uwagę są mieszanki wsadowe pochodzące z maszyn uśredniających materiał zwałki oraz z systemów zasobników dozujących przy wykorzystaniu systemów wagowych takich jak wagi taśmowe lub systemów wagowych pracujących na zasadzie ubytku ciężaru. Tworzą one mieszaninę warstwową na taśmie transportowej. Końcowe mieszanie i ujednorodnienie odbywa się w systemach przenoszenia i suszenia. Stosowane są tu przenośniki zamknięte lub pneumatyczne układy transportowe. Można stosować suszarki obrotowe z gorącym gazem, złoża fluidalne, suszarki węzownicowe parowe lub pneumatyczne, itp.; w parowych suszarkach węzownicowych wykorzystywane jest ciepło odpadowe z innych części procesu, pod warunkiem, że pozwala na to bilans cieplny. Z tego względu suszarka i odpowiedni etap ograniczania emisji pyłów zależą od warunków właściwych dla danego terenu, takich jak niezawodność doprowadzania pary. Lepszą wydajność filtrowania od elektrofiltra w zakresie usuwania pyłów uzyskuje się za pomocą filtrów tkaninowych lub ceramicznych.
- W niektórych przypadkach stwierdza się, że temperatura zapłonu suchego materiału mieści się w zakresie od 300 do 400 °C; problem ten można rozwiązać na wiele sposobów. Na przykład zawartość tlenu w gazach w suszarce z gorącym powietrzem jest niska, a temperatura pracy regulowana jest na maksymalnym tolerowanym poziomie, głównie przez mieszanie z zimnym powietrzem – można tu również stosować azot; w takich przypadkach samozapłon nie stanowi problemu. Podobnie, parowe suszarki węzownicowe mogą utrzymywać niską temperaturę koncentratu i małą szybkość przepływu powietrza, co może przynieść ten sam efekt. Określone techniki stosuje się również dla zapobiegania samozapłonowi. Przez wykrywanie ciepła i iskier można wyznaczyć gorące miejsca; przyrządy służące do tego celu można wykorzystywać do uruchamiania instalacji oziębiania azotem. Wszystkie te techniki należy wziąć pod uwagę w zależności od danego miejsca.
- Należy tu wziąć pod uwagę techniki przechowywania kwasu, wytwarzanego w procesie technologicznym, w zbiornikach z podwójnymi ściankami lub w zbiornikach ustawionych w chemicznie odpornych obwałowaniach. Przetwarzanie szlamu kwasowego pochodzącego z instalacji kwasu siarkowego i słabego kwasu z systemów płukania zależy od lokalnych wymagań z zakresu przetwarzania i likwidacji, jeżeli nie ma możliwości lokalnego zużycia takich materiałów. Szlam anodowy oraz inne pozostałości zawierające metal, przeznaczone do odzysku poza terenem należy przechowywać w beczkach lub w inny odpowiedni sposób, w zależności od danego materiału.

PRZYKŁAD 3.01 SYSTEM POBIERANIA PRÓBEK I ODBIORU SUROWCÓW

Krótką charakterystyka: System odbioru i pobierania próbek. Obudowana powierzchnia rozładunku zsykowego pojazdów, uszczelniony układ transportowy i skomputeryzowane pobieranie próbek. Osłonięta powierzchnia składowania i mieszania, obudowane przenośniki.

Podstawowe korzyści dla środowiska: - Zapobieganie niezorganizowanym emisjom pyłów. Wsad o określonym składzie dla procesu.

Dane eksploatacyjne: - Brak danych; oceny wizualne świadczą o bardzo wysokiej skuteczności.

Skutki oddziaływania na środowisko: - Efekt pozytywny – mniejsze zużycie energii, zmniejszenie podstawowych emisji.

Aspekty ekonomiczne: - Brak dostępnych danych; na podstawie powszechnego praktycznego stosowania można stwierdzić, że techniki te są ekonomiczne. Większa wydajność produkcyjna.

Możliwość zastosowania: - Większość procesów podstawowych.

Przykładowe zakłady: - Aktualnie stosowane w instalacjach w Hiszpanii, Belgii i Niemczech.

Bibliografia: - [tm 106, Farrell 1998].

3.3.1.2 Surowce wtórne

Do produkcji wtórnej używanych jest wiele surowców wtórnych; mieszczą się one w zakresie od mialkiego proszku do dużych pojedynczych pozycji. Zawartość miedzi oraz innych metali i zanieczyszczeń zmienia się w zależności od rodzaju materiału. Do klasyfikowania materiałów można stosować wielkość i zawartość miedzi (niska, średnia i wysoka). Techniki stosowane do składowania, obsługi i wstępnego przetwarzania różnią się w zależności od wielkości materiału oraz zakresu zanieczyszczeń. Czynniki te zmieniają się w zależności od terenu; techniki, które należy wziąć pod uwagę przedstawione są w rozdziale 2. Problemy właściwe dla danego miejsca dotyczące niniejszej grupy są następujące:

- Składowanie mialkiego proszku w zamkniętych budynkach lub w szczelnych opakowaniach.
- Składowanie pod przykryciem surowców wtórnych zawierających składniki rozpuszczalne w wodzie.
- Składowanie niepyłącego i nierozpuszczalnego materiału w nieosłoniętych stosach, a dużych pozycji osobno na otwartej przestrzeni.
- Duże pozycje, takie jak bryły żużlu, metalu (konwertorowy, itp.) mogą uszkodzić betonowe powierzchnie powodując ukryte pęknięcia; zastosowana technika zależy od konkretnego, określonego przypadku.

Do usuwania składników organicznych, takich jak izolacja kabla czy pozostałości z płytek z obwodami drukowanymi oraz do oddzielania innych metali, np. cyny czy ołowiu, stosowane są często etapy wstępnego przetwarzania.

- Pod uwagę należy tu wziąć techniki mielenia i rozcierania z dobrym usuwaniem pyłów i ograniczaniem emisji. Wytwarzany materiał proszkowy można przetwarzać w celu odzyskania metali szlachetnych; stosowane są tu techniki pneumatyczne lub inne techniki rozdzielania na zasadzie różnicy gęstości.

- Pod uwagę należy wziąć również techniki kriogeniczne dla kruszenia powłok kablowych i ich łatwiejszego oddzielenia.
- Pod uwagę należy wziąć też cieplne techniki usuwania powłok i odolejania; charakteryzują się one etapem dopalania w celu zniszczenia całego materiału organicznego w gazach odlotowych.
- Miałki proszki należy przechowywać i transportować w sposób zapobiegający emisji pyłów. Proszki takie są często mieszane i zbrylane dla zapewnienia odpowiedniego wsadu dla pieca.

Surowiec	Składowanie	Transport	Wstępne przygotowanie	Uwagi
Węgiel i koks.	Zakryte miejsca składowania, silosy.	Obudowane przenośniki, jeżeli niepyłące. Pneumatyczny.		
Paliwo i inne oleje	W zbiornikach lub w beczkach na obwałowanych powierzchniach.	Zabezpieczony rurociąg lub system ręczny.		
Topniki, jeżeli wytwarzają pyły.	Na betonowych powierzchniach otwartych lub podobnych, podłogach. Zamknięte (silosy), jeżeli będzie to wymagane.	Obudowane przenośniki z wychwytem pyłów. Pneumatyczny.	Mieszanie z koncentratami oraz innymi materiałami.	
Koncentraty.	Obudowane, jeżeli nie wytwarzają pyłów.	Obudowany z wychwytem pyłów. Pneumatyczny.	Mieszanie przy użyciu przenośników. Suszenie.	
Wyroby miedziane – katody, walcówka, kęsy miedzi i placki.	Na otwartych powierzchniach betonowych lub pod osłoną.			
Miałki proszek.	W pomieszczeniach zamkniętych.	Obudowany z wychwytem pyłów. Pneumatyczny.	Mieszanie, Aglomeracja.	
Gruby proszek (surowiec lub granulowany żużel)	Zakryte miejsca składowania.	Ładowarka mechaniczna.	Odolejanie, w razie potrzeby	Zbieranie oleju, w razie potrzeby
Bryły (surowiec oraz żużel)	Otwarte powierzchnie	Ładowarka mechaniczna.		Zbieranie oleju, w razie potrzeby
Całe pozycje	Otwarte lub zakryte miejsca składowania	Ładowarka mechaniczna.		Zbieranie oleju, w razie potrzeby
Drobne wióry	Zakryte miejsca składowania	Skipy załadownicze (kubły wsadowe)	Suszenie oraz odolejanie wiórów	Zbieranie oleju, w razie potrzeby
Kabel	Otwarte miejsca składowania	Ładowarka mechaniczna.	Zdejmowanie powłok	
Płytki z obwodami drukowanymi	Zakryte miejsca składowania	Ładowarka mechaniczna.	Kruszenie + oddzielanie na bazie różnic gęstości	Zawartość tworzyw sztucznych może wprowadzać ciepło
Pozostałości technologiczne do odzyskania.	Otwarte, zakryte lub obudowane miejsca składowania, w zależności od wytwarzania pyłów.	Zależnie od warunków		Odpowiedni system odprowadzania ścieków.
Odpady do	W zależności od	Zależnie od		Odpowiedni

likwidacji (np. Wykładziny pieców)	materiału, otwarte, zakryte lub obudowane miejsca składowania; lub uszczelnione (beczki).	warunków		system odprowadzania ścieków.
------------------------------------	---	----------	--	-------------------------------

Tabela 3.22: Techniki składowania, transportu i wstępnego przygotowania, które należy rozważyć dla miedzi

3.3.2 Procesy wytapiania pierwotnego

Procesami wytapiania miedzi stosowanymi w UE są [tm 92, Copper Expert Group - Grupa Ekspertów ds. Miedzi]: -

- Proces wytapiania zawieszinowego Outokumpu z zastosowaniem dużego wzbogacania tlenem dla normalnego wytapiania kamienia z koncentratu miedzi. Miedź konwertorowa wytwarzana jest przez przetapianie kamienia miedziowego w konwertorach Peirce-Smitha. Żużel oczyszczany jest w piecu elektrycznym lub w procesie flotacji.
- Częściowe prażenie koncentratów w piecu prażalniczym ze złożem fluidalnym; wytapianie kamienia w piecu elektrycznym. Przetapianie kamienia na miedź konwertorową w konwertorach Peirce-Smitha. Przewalowe czyszczenie żużlu. Przetwarzane surowce zawierają cynk oraz pewne ilości ołowiu i miedzi.
- Wytapianie i przemiana na miedź konwertorową pierwotnego i wtórnego ołowiu/miedzi oraz surowców zawierających pewne ilości cynku w piecach do wytapiania ISA. Ołów wytwarzany jest przez oczyszczanie żużlu w piecu szybowym.

Wszystkie te techniki należy wziąć pod uwagę.

W piecu do wytapiania zawieszinowego Outokumpu wytwarzany jest wysokogatunkowy kamień, wspomagający i upraszczający proces konwertorowy.

W niektórych przypadkach w piecu tym można wytwarzać miedź konwertorową, bezpośrednio, bez etapu procesu konwertorowego (bez konwertorowania). Zastosowanie w taki sposób pieca do wytapiania zawieszinowego Outokumpu charakteryzuje się wytwarzaniem miedzi konwertorowej w jednym etapie wytapiania przy zastosowaniu szczególnych koncentratów o niskiej zawartości żelaza lub koncentratów bardzo wysokich gatunków (mała ilość żużlu) [tm 137, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. Na przykład proces ten stosowany jest w Polsce do bezpośredniej produkcji miedzi konwertorowej z koncentratu o niskiej zawartości żelaza.

Proces wytapiania zawieszinowego Outokumpu charakteryzuje się odzyskiwaniem ciepła w postaci pary oraz elektryczności, a ponadto wychwytem i odzyskiwaniem dwutlenku siarki w postaci kwasu siarkowego. Żywotność wykładziny pieca wynosi od ok. 5 do 10 lat (w zależności od różnych czynników, takich jak wielkość pieca, szybkość produkcji oraz stosowanych parametrów roboczych, itp.).

Oprócz powyższego pieca, na etapie wytapiania stosowanych jest na świecie kilka innych pieców [tm 137, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]; można również wziąć pod uwagę niektóre z nich. Zastosowanie pieca płomiennego dla koncentratów miedzi pierwotnej nie jest techniką, którą należy wziąć pod uwagę.

Istnieje różnica między tymi procesami, ponieważ w dwóch z tych procesów, w procesie Mitsubishi i Konneccott/Outokumpu, etapy wytapiania i procesu konwertorowego są połączone. W procesach Mitsubishi stosowane są trzy wzajemnie połączone piece z przepływem grawitacyjnym roztopionego materiału między piecami. W procesie Konneccott/Outokumpu, między piecami do wytapiania i szybkiej konwersji, stosowany jest proces granulacji i mielenia kamienia, tj. praca urządzeń jest rozłączona.

Wszystkie wymienione tu piece zostały zaprezentowane wcześniej; są one przedstawione w tabeli podanej poniżej, w której streszczono zalety i wady różnych procesów.

Piec	Stosowana wydajność x1000 t/r	Wychwyty gazów	Zalety	Wady	Uwagi
<i>Proces wytapiania</i>					
Wytapianie zawieszinowe Outokumpu	~ 150 do 370 (w większości od 200 do 300)	Uszczelniony piec	Duża szybkość wytapiania. Wysokiej jakości kamień. Długa żywotność wykładziny pieca.	Stosunkowo wyższe koszty inwestycji, lecz niższe koszty eksploatacji.	Dostępna szeroka wiedza
Elektryczny (z częściowym prażeniem)	~ 40 do 220	Uszczelniony piec	Wytapianie pierwotne i wtórne. Zwarty.	Dwustopniowa technologia	
Piec do wytapiania ISA	~ 170 do 230	Z okapami odciągowymi	Wytapianie pierwotne i wtórne. Duża szybkość wytapiania. Różne paliwa.	Wymaga osadnika do oddzielenia kamienia i żużla.	Wilgotny surowiec wsadowy może zwiększyć objętości gazów.
Noranda i El Teniente (dla jednej jednostki)	~ 120 do 150 / i 70 do 190	Z okapami odciągowymi	Zwarty. Niższe koszty.	Żywotność wykładzin pieca ~ 2 lata	Szybki rozwój procesów; stan ich będzie poprawiał się z czasem.
Zawieszinowy Inco	~ 120 do 200	Uszczelniony piec	Duża szybkość wytapiania. Wysokiej jakości kamień.	Powstający samoczynnie 100% O ₂ powoduje węższe okienko robocze.	
Contop	~ 120	Uszczelniony piec	Wysoki stopień usuwania Bi i Zn.	Niska przepustowość	Tylko jedna instalacja.
Proces Vanyucov	~ 100 lub więcej	Z okapami odciągowymi	Podobny do Noranda		Zbyt mało danych dla dokonania oceny.
Proces Baiyin	~ 70	Z okapami odciągowymi	Podobny do Noranda. Piec podzielony dla uzyskania integralnego odstoju.		Zbyt mało danych dla dokonania oceny.

Piec	Stosowana wydajność x1000 t/r	Wychwyty gazów	Zalety	Wady	Uwagi
<i>Ciągły, sprzężony proces</i>					
Mitsubishi	~ 120 do 240	Uszczelniony piec	Można wytapiać również złom skupiony i anodowy. Duża szybkość wytapiania. Bez	Pewne ograniczenia w zakresie surowców wsadowych. Sprzężona praca urządzenia z wpływem na	W budowie 3-ci zakład.

			transportu kadzi.	wydajność pełnej linii. Zawartość siarki w miedzi konwertorowej.	
<i>Ciągły, nie sprzężony proces</i>					
Kennecott/wytapianie zawieszinowe Outokumpu i proces konwertorowy	~ 300	Uszczelniony piec	Wyrównawcze składowanie kamienia kruszonego. Bez transportu kadzi.	Stosunkowo wyższy koszt inwestycji, lecz niższe bezpośrednie koszty eksploatacji.	Zamówiona 2-ga instalacja. Jedyna koncepcja technologiczna z rozłączną pracą urzędzeń. Możliwa praca w różnych miejscach.

Tabela 3.23: Przegląd pieców do wytapiania miedzi pierwotnej

3.3.3 Usuwanie dwutlenku siarki

Dwutlenek siarki wytwarzany podczas etapów wytapiania i procesu konwertorowego może mieć poważny negatywny wpływ na środowisko; z tego względu dwutlenek siarki usuwany jest z gazów w instalacji kwasu siarkowego lub przez odzyskiwanie w postaci dwutlenku siarki. Technologie używane do usuwania dwutlenku siarki przedstawione są w Rozdziale 2 niniejszego dokumentu. Stosowane technologie zależą od lokalnego zapotrzebowania rynkowego na ciekły dwutlenek siarki; zasadniczo stosuje się konwersję na kwas siarkowy [tm 92, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. Jest kilka czynników charakterystycznych dla przemysłu miedzi. Są to wszystko techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu najlepszych dostępnych technik BAT.

Wynikiem zastosowania wzbogacania tlenem w piecach do wytapiania miedzi jest wysoka zawartość dwutlenku siarki w gazach pochodzących z pieca do wytapiania. Chociaż jest on następnie rozcieńczany do 14% SO₂ dla konwersji, zmniejszenie objętości gazu umożliwi uzyskanie znacznych oszczędności w wielkości kanałów, dmuchaw (ssaw) i instalacji ograniczania zanieczyszczeń [tm 140, Finland Cu 1999 – Finlandia Cu 1999; tm 107, Ullmanns 1996]. Innym czynnikiem występującym w przypadku mocnego gazu jest możliwość wykorzystania obecności nadmiaru ciepła w gazie, w szczególności po procesach katalizy, które są silnie egzotermiczne; jednak może to zmniejszyć elastyczność reagowania na zmiany w przepływie i składzie gazu. Wymienione wyżej rozcieńczenie gazu musi również zapewnić wystarczający tlen dla procesu katalitycznego.

Innym czynnikiem wpływającym na zawartość dwutlenku siarki jest zmienna zawartość gazów pochodzących z przedstawionego wyżej z konwertora miedzi. Zmiany zawartości SO₂ oznaczają, że aspekt ten musi być uwzględniony w konstrukcji instalacji kwasu w płuczce wieżowej i na etapach wymiany ciepła i w doborze katalizatora. Zgodnie z tym, co stwierdzono wcześniej, obecnie istnieje większy wybór katalizatorów; wydajność może poprawić zastosowanie katalizatora z domieszką tlenu cezu.

Wydajność metalurgicznej instalacji kwasu zależy od efektywności sekcji oczyszczania gazów. W przypadku, gdy system oczyszczania nie będzie skutecznie usuwał zanieczyszczeń z doprowadzanego gazu, pogorszy się wydajność sekcji kontaktowej. Chociaż konstrukcje systemów oczyszczania gazów mokrych mogą się znacznie różnić, muszą one wspólnie spełniać poniższe wymagania:

- Muszą być usuwane zanieczyszczenia w postaci pyłów w celu uzyskania końcowej jakości gazu na poziomie < 1 mg pyłu/Nm³ (czystość optyczna).

- Zawartość trójtlenku siarki w gazie musi być zredukowana do poziomu 15 – 25 mg/Nm³.
- W celu zapobieżenia uszkodzeniu obmurowania wieży i katalizatora konwertora, muszą być usuwane fluorki i chlorki.
- Gaz musi być chłodzony do temperatury zapewniającej równowagę wodną w instalacji kwasu. Temperatura ta zależy od stężenia SO₂ w gazie i stężenia wytwarzanego kwasu. Gaz zawierający 4 – 6 % SO₂ wymaga schłodzenia do temperatury poniżej 30 °C; gaz zawierający SO₂ na poziomie znacznie powyżej 10% może tolerować temperatury gazu rzędu 35 – 40 °C, przy wytwarzaniu kwasu 98,5%.

Stopień konwersji (przemiany) dwutlenku siarki na trójtlenek siarki, podawany dla takich procesów, może być w zakresie od 99,5% do 99,9% dla gazów wytwarzanych przy procesie wytapiania i konwertowania miedzi pierwotnej. Na stopień konwersji wpływa kilka czynników, które należy wziąć pod uwagę na poziomie lokalnym. Są to: -

- Czystość doprowadzanego gazu dla ograniczania zatrucia katalizatora, np. usuwanie rtęci w zależności od jej zawartości we wsadzie.
- Moc i konsystencja gazu. Gazy o wyższej mocy i bardziej zgodnych stężeniach SO₂ umożliwiają uzyskiwanie wyższej efektywności przemiany. W części jest to spowodowane odpowiednim chłodzeniem pośrednim gazu, które można osiągnąć w przypadku niewielu zmian w stężeniu.
- Dobór katalizatora. Katalizatory z domieszką tlenu cezu przyczyniają się do zwiększania stopnia konwersji, pod warunkiem, że regulowane będą inne czynniki zapobiegające zatruciu. Okresowe wymiany katalizatora mogą przyczynić się do usprawnień katalizatora podczas konserwacji, lecz w celu uzyskania pełnej efektywności, muszą im towarzyszyć również i inne udoskonalenia.
- Właściwa temperatura doprowadzanego gazu, zawartość tlenu i równowaga wodna (patrz wyżej).
- Efektywne ustawienie warunków gazu, w szczególności temperatury, między przejściami katalizatora.

Z tych względów, stopnie konwersji zmieniają się w czasie i wartości stanów ustalonych mogą być błędne. W poniższych przykładach przedstawiono wydajność, jaką można osiągnąć dzięki właściwym konstrukcjom instalacji pracujących przy różnych charakterystykach doprowadzanego gazu.

PRZYKŁAD 3.02 OBSŁUGA INSTALACJI KWASU SIARKOWEGO W ZMIENNYCH WARUNKACH GAZOWYCH

Krótką charakterystyka: - Sekcja oczyszczania i płukania gazu. 3 linie instalacji kwasu siarkowego z podwójnym kontaktem Lurgi, 4 i 5 przejściowy, nowoczesny katalizator. Słaby kwas do neutralizacji ~12 – 15 m³/h z 5% H₂SO₄ oraz rozkład cieplny upustu kwasu za pomocą kwasu o wyższym stężeniu (~50%).

Podstawowe korzyści dla środowiska: - Wysoki stopień konwersji dla dwutlenku siarki. W najnowszej instalacji osiągnięto powyżej 99,6%.

Dane eksploatacyjne:

Składnik	Zmierzone wartości
Objętość gazów odlotowych:	320000 Nm ³ /h
SO _x	100 – 1100 mg/Nm ³
SO ₃	20 – 40 mg/Nm ³
NO _x (jako NO ₂)	20 – 45 mg/Nm ³
Cl ⁻ (jako HCl)	2 – 7 mg/Nm ³
F ⁻ (jako HF)	1 – 4 mg/Nm ³
Średnio – pył reszkowy:	< 2 mg/Nm ³
Zakres – pył reszkowy:	1 – 7 mg/Nm ³
Zakres – składniki:	
Cd	< 0,01 – 0,02 mg/Nm ³
Hg	< 0,01 – 0,07 mg/Nm ³
Tl	< 0,01 – 0,02 mg/Nm ³
As	< 0,01 – 0,1 mg/Nm ³
Se	< 0,01 – 0,02 mg/Nm ³
Sb	< 0,01 – 0,03 mg/Nm ³
Pb	< 0,01 – 0,15 mg/Nm ³
Cu	< 0,01 – 0,09 mg/Nm ³
PCDD/PCDF	0,001 – 0,01 ng ITE/Nm ³

Tabela 3.24: Dane dotyczące wydajności instalacji kwasu siarkowego pracującej w zmiennych warunkach gazowych.

Skutki oddziaływania na środowisko – Skutek pozytywny – Zmniejszenie głównych emisji dwutlenku siarki przez konwersję na kwas siarkowy, odzysk ciepła z gazów i ciepła uwalnianego podczas konwersji.

Aspekty ekonomiczne: - 55 milionów € na jedną linię instalacji kwasu. Patrz również załącznik dotyczący kosztów.

Możliwość zastosowania: - Gazy wylotowe z pieca do wytapiania pierwotnego (Stężenie SO_x > 6%; możliwość połączenia z gazami odlotowymi z pieca do wytapiania wtórnego). Możliwości te można stosować do większości istniejących instalacji.

Przykładowe zakłady: - Aktualne zastosowanie w zakładzie w Niemczech.

Bibliografia: - [tm 124, DFIU Cu 1999; tm 210, Copper Expert Group 1999 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1999].

PRZYKŁAD 3.03 INSTALACJA KWASU SIARKOWEGO PRACUJĄCA W IDEALNYCH WARUNKACH

Krótką charakterystyka: - Instalacja kwasu siarkowego z podwójnym kontaktem, 4 przejściowy nowoczesny katalizator cezowy. Proces Monsanto Enviro Chem 3:1 IPA.

Podstawowe korzyści dla środowiska: - Maksymalny odzysk dwutlenku siarki.

Dane eksploatacyjne: - Oczyszczanie połączonych gazów z pieców zawieszinowych FSF i FCF z 30 – 40% SO₂, rozcieńczony do 14% na wlocie instalacji kontaktowej przy średnim rocznym przepływie 171300 Nm³. Osiągana konwersja do 99,9%. Instalacja opiera się na wysokim, stałym

zasilaniu dwutlenkiem siarki, inteligentnym oczyszczaniu gazu i chłodzeniu pośrednim oraz na katalizatorze z dodatkiem Cs. Emisja dwutlenku siarki w gazie resztkowym (średniorocznie) na poziomie ok. 150 mg/Nm³.

Skutki oddziaływania na środowisko: – Skutek pozytywny – Zmniejszenie głównych emisji dwutlenku siarki, odzyskiwanie energii.

Aspekty ekonomiczne: - Nie były ocenione, lecz technologia ta została ostatnio wdrożona i pracuje ekonomicznie.

Możliwość zastosowania: - Szczególny przypadek dla idealnych warunków gazu zasilającego.

Przykładowe zakłady: - Pracuje w zakładzie w USA.

Bibliografia: - [tm 140, Finland Cu 1998 – Finlandia Cu 1998]

Innym czynnikiem, istotnym w przypadku używania gazów wysokiej mocy w instalacji kwasu siarkowego, jest resztkowa zawartość SO₂ w gazach odlotowych. W większości instalacji europejskich osiąga się wydajność konwersji w zakresie od 99,5 do 99,8% przy stężeniu wejściowym 8,4, 10, 11 lub 13% SO₂ w instalacji kontaktowej. % konwersji nie uwzględnia okresów podczas uruchamiania i wyłączenia oraz przypadków awaryjnych.

3.3.4 Procesy wytapiania wtórnego

Asortyment materiałów wtórnych oraz zmienność zawartości miedzi i stopnia zanieczyszczenia doprowadziły do rozwoju całego asortymentu pieców do wytapiania materiałów wtórnych [tm 137 Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. W Europie dla szerokiego asortymentu materiałów stosowane są mini piece do wytapiania, piece szybowe, piece ISA Smelt, TBRC oraz uszczelnione piece elektryczne z łukiem zakrytym. Są to wszystko techniki, które należy wziąć pod uwagę, w zależności od typu surowca.

Mini piec do wytapiania stosowany jest dla materiałów wtórnych i żużłu przy użyciu żelaza i złomu o dużej zawartości żelaza jako reduktora. Konwertor używany jest do przetapiania żelaza zawierającego czarną miedź z pieców do wytapiania i dla przetapiania złomu stopowego. Do rafinacji miedzi konwertorowej o wyższej zawartości miedzi używany jest trzonowy piec płomienny.

Zalety i wady pieców do wytapiania wtórnego dla niższych gatunków materiałów wsadowych przedstawione są w tabeli 3.24.

Kilka technik przedstawionych w rozdziale 2 ma zastosowanie do wyciągania oparów oraz ograniczania emisji i do systemów kontroli procesu stosowanych w tych piecach. Techniki te nie były zwykle stosowane we wszystkich instalacjach w czasie sporządzania niniejszego dokumentu. System sterowania procesem pieca szybowego uznaje się za odpowiedni dla rozwoju, a włączenie jego potencjału podlega czynnikiowi rozwoju.

Gazy pochodzące z pieców do wytapiania wtórnego, pod warunkiem unikania materiałów siarczkowych, zawierają zwykle mało lub w ogóle nie zawierają dwutlenku siarki, lecz mogą zawierać znaczne ilości bardziej lotnych metali, takich jak ołów i cynk, itp. Gazy te mogą zawierać również lotne związki organiczne (VOC), dioksyny, CO i pyły, co oznacza, że stopnie ograniczania emisji dla wytapiania wtórnego obejmują chłodzenie gazu (z odzyskiwaniem ciepła/energii) i

dopalenie w celu zniszczenia węgla organicznego i dioksyn, oddzielanie grubych cząstek w razie potrzeby i filtrowanie w filtrach tkaninowych. Wychwycone pyły zawracane są do obiegu w celu odzyskania tych metali.

PRZYKŁAD 3.04 NISZCZENIE DIOKSYN

Krótką charakterystyka: - Wprowadzanie tlenu w górnej strefie pieca szybowego. W procesie tym nie ma miejsca na zamontowanie dopalacza. Istnieją pewne ograniczenia w zakresie osiąganego mieszania gazów, lecz akceptowana jest skuteczność całkowita. Można opracować układy sterowania dla tego systemu.

Podstawowe korzyści dla środowiska: - Niszczenie dioksyn. Niszczenie CO i innego węgla.

Dane eksploatacyjne: - Osiągany poziom dioksyn $<0,5$ ng TEQ /Nm³

Skutki oddziaływania na środowisko: – Ogólny skutek dodatni – Zmniejszenie głównych emisji. Koszt energii wytwarzania tlenu.

Aspekty ekonomiczne: - Niedostępne dane, lecz technika ta jest modyfikacją o niskim koszcie i pracuje ekonomicznie.

Możliwość zastosowania: - W większości pieców szybowych z gorącą gardzielą i być może w innych procesach.

Przykładowe zakłady: - Aktualne zastosowanie w zakładach w Niemczech.

Bibliografia: - [tm 124, DFIU Cu 1999]

Piec	Wydajność	Wymagania w zakresie wychwytu gazów i ograniczenia emisji	Zalety	Wady	Uwagi
Piec szybowy	~150 do 200 ton na dzień na piec	Pólszczelny. Chłodzenie gazu*, dopalanie i oczyszczanie (filtr tkaninowy)	Materiał niskiego gatunku	Brak rozwoju sterowania procesem.	Należy usprawnić sterowanie. Szybkość produkcji zależy od rodzaju surowca wsadowego i zawartości miedzi.
Piec elektryczny z łukiem zakrytym	Dla pieca 8 MVA: szybkość wytapiania 8 - 25 ton na godzinę	Uszczelniony. Dopalenie, chłodzenie gazu i oczyszczanie **	Przygotowany dla złomu komputerowego o. Niska objętość gazów.	Pewne ograniczenia zakresie surowców wsadowych.	Powstający CO spalany w piecu dla uzyskania ciepła. Tempo produkcji zależy od rodzaju zawartości miedzi w surowcu i wartości znamionowej pieca.
Mini piec do wytapiania		Obudowany. Chłodzenie i oczyszczanie gazów (filtr tkaninowy)	Duża szybkość wytapiania. Zwarty.	Pewne ograniczenia zakresie surowców wsadowych	
TBRC	Do ~ 40 to 70 ton na wsad	Obudowane. Chłodzenie* i oczyszczanie gazów (filtr tkaninowy)	Cały asortyment materiałów. Duża szybkość wytapiania. Zwarty. Obrót.	Drogi.	
ISA Smelt	~ 30000 do 40000 ton na rok	Okapy odciągowe. Chłodzenie* i oczyszczanie** gazów.	Cały asortyment materiałów. Duża szybkość wytapiania.	W fazie opracowywania	Niesprawdzony dla materiałów niższego gatunku w warunkach redukcji. Na etapie przekazywania do eksploatacji dla pracy okresowej, do

					przetwarzania surowca zawierającego siarkę, wytwarzania kamienia i konwertowania kamienia.
Konwertor	~15 to 35 ton na wsad na konwertor	Z okapami odciągowymi. Chłodzenie i oczyszczanie** gazów (filtr tkaninowy)			Dla przetwarzania czarnej miedzi z pieców do wytapiania oraz wytapiania stopów miedzi.
Piec szybowy trzonowy	~ 250 t/d	Uszczelniony i z okapami odciągowymi, dopalanie, chłodzenie i oczyszczanie (filtr tkaninowy)	Przeznaczony do wytapiania i rafinacji metalu; dobra sprawność energetyczna	Pewne ograniczenia zakresie surowców zasilających.	Rafinacja ogniowa złomu wyższego gatunku, miedzi anodowej i konwertorowej.
Proces Contimelt	50 – 100 t/h	Dopalanie (piec redukcyjny), WHB, oczyszczanie (filtr tkaninowy)	Duża szybkość produkcji, duże zużycie energii	Pewne ograniczenia zakresie surowców wsadowych	Rafinacja ogniowa złomu wyższego gatunku, miedzi anodowej i konwertorowej.
Płomienny piec trzonowy	~ 250 to 400 ton na dzień	Pół-uszczelniony i z okapami odciągowymi. Chłodzenie* gazu, dopalanie i oczyszczanie (filtr tkaninowy).	Przeznaczony do konwersji i rafinacji.	Uszczelnienie Pewne ograniczenia zakresie surowca wsadowego.	Można stosować dysze powietrzne wraz z systemem przechylania. Rafinacja ogniowa złomu wyższego gatunku i miedzi konwertorowej.
Uwaga. *)W przypadku wystarczająco wysokiego poziomu temperatury, można rozważyć odzyskiwanie ciepła odpadowego; dla oczyszczania w filtrach tkaninowych wymagane jest dalsze chłodzenie. **) W instalacjach UE gazy wylotowe mogą zawierać dwutlenek siarki podczas określonych kampanii; z tego względu gaz oczyszczany jest w płucce wieżowej lub przesyłany do instalacji kwasowej w tym czasie. [zwarty = o budowie kompaktowej, przyp. tłum.]					

Tabela 3.25: Przegląd pieców do wytapiania wtórnego

3.3.5 Proces konwertorowy

3.3.5.1 Konwertory miedzi pierwotnej

Konwertorem stosowanym w Europie jest konwertor Peirce-Smitha (lub podobny). Konwertor ten stosowany jest również powszechnie na całym świecie [tm 92, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]. Ten typ konwertora ma bardzo stabilny i wydajny poziom pracy. Konwertory tego typu zdolne są do uzyskiwania wysokiego poziomu przetwarzania metalurgicznego; można je stosować do odparowywania zawartych we wsadzie metali, takich jak ołów i cynk, które można następnie odzyskiwać. Ciepło wytwarzane podczas procesu konwertorowego można wykorzystać do topienia złomu miedzi (np. złomu anodowego); jest to istotna zaleta. Niekorzystne jest tu poleganie na wsadzie i transportowaniu materiału za pomocą kadzi, skipu załadunkowego lub wlewnicy.

Jest to potencjalne źródło niezorganizowanych oparów zawierających pyły, metale i dwutlenek siarki. Kadź lub skip załadunkowy używane do ładowania wsadu mogą zakłócać efektywne ustawianie okapów do wychwytu oparów. Z tego względu, dobra praca konwertora polega na zastosowaniu pierwotnych i wtórnych okapów do wychwytu oparów podczas ładowania i odlewania w celu wychwycenia maksymalnej ilości niezorganizowanych oparów. Przez okap można dodawać proszki, topniki, substancje do nawęglania, złom, itp. Aby zapobiec dmuchaniom podczas „wytaczania” i ponownego „wtaczania” konwertora można zastosować automatyczne sterowanie.

Procesy te oraz techniki regulacji i wychwytu oparów są odpowiednie do stosowania w istniejących i nowych instalacjach; są to techniki, które należy wziąć pod uwagę.

Na świecie stosowane są również inne procesy konwertorowe [tm 137 Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998]; są to również techniki, które należy wziąć pod uwagę. Etapy konwertorowe stosowane w ciągłych procesach konwertorowych Mitsubishi i procesach konwertorowania zawieszinowego/wytapiania zawieszinowego Outokumpu/ Kennecott nie wymagają transportu kadzi i dzięki temu usunięte jest to źródło oparów wtórnych. Jednak w obu tych procesach wymagany jest nadal pewien wychwyty oparów przy rynnach spustowych i otworach spustowych; proces konwertorowania zawieszinowego zależy od kamienia piecowego i granulacji żużlu konwertorowego, kruszenia i transportu kamienia/żużlu konwertorowego, co może być potencjalnym źródłem pewnej emisji do atmosfery i wody. Tym niemniej procesy te są ze swej natury czystsze, a kontrola emisji nie jest uzależniona w tak znacznym stopniu od konserwacji i dbałości operatora. W piecu konwertorowym Mitsubishi kamień przepływa do kąpielii miedziowej i reaguje wytwarzając żużel i metal; wskutek tej reakcji, miedź konwertorowa opuszczająca proces konwertorowy i doprowadzana do pieca do wytapiania anod jest bogata w siarkę. Z tego względu gazy wylotowe są stosunkowo bogatsze w dwutlenek siarki i wymagają usunięcia SO_2 na etapie rafinacji ogniowej.

Gazy wychwycone z cykli konwertorowych są chłodzone, oczyszczane i przesyłane do instalacji odzyskiwania siarki. Jak stwierdzono wcześniej, zawartość SO_2 w gazach pochodzących z procesu konwertorowego zmienia się w granicach 6 – 12% w całym cyklu konwertorowym; gazy te mieszane są z mocnymi gazami z etapu wytapiania. W ciągłym procesie konwertorowym występuje SO_2 o wysokim, stałym stężeniu i wskutek tego można używać stosunkowo mniejszych systemów obsługi, oczyszczania i chłodzenia gazów oraz nieco mniejszych stopni konwersji siarki.

W połączonym procesie wytapiania okresowego i procesie konwersji kamienia miedziowego/ołowiowego na miedź konwertorową stosowany jest również piec ISA Smelt.

Konwertor	Wydajność	Wychwyty gazów	Zalety	Wady	Uwagi
<i>Konwertory o pracy okresowej</i>					
Peirce-Smith (lub podobny)	~ 100 do 250 (pierwotna) i ~ 15 to 35 (wtórna) ton na wsad miedzi	Pierwotne i wtórne okapy odciągowe.	Prosta sprawdzona technologia. Topienie anod i innego złomu. Mocny i elastyczny. Dobra wydajność metalurgiczna. Ulatnianie niektórych wtrąceń metalicznych.	Oparcie na transporcie kadzi.	Dostępna szeroka wiedza o tej technologii. Zastosowanie w produkcji pierwotnej i wtórnej. Stosowane ładowanie przez okap (kołpak).
Hoboken	~ 50 – 100 ton na wsad miedzi	Syfon do pierwotnego wychwyty gazów.	Łatwiejszy wychwyty gazów.	Blokady w przewodzie esowatym. Transport kadzi.	Głównie pierwotna. Używany również dla procesu konwertorowego kamienia miedziowego /ołowiowego.
TBRC	~ 40 – 70 ton na wsad miedzi.	Obudowany.	Wytapianie ze złomu.		Zastosowanie w produkcji wtórnej.
ISA Smelt	~40000 ton na rok	Okapy odciągowe,			Pierwotna i wtórna.

		chłodzenie i oczyszczanie gazów.			Zasadniczo niesprawdzony. W czasie sporządzania niniejszego dokumentu stosowany dla okresowego procesu konwertorowego kamienia Cu/Pb.
<i>Konwertory zintegrowane.</i>					
Mitsubishi	Do ~ 240000 ton miedzi na rok	Uszczelniony	Wysoka zawartość SO ₂ .	Trudna zabudowa w istniejących instalacjach. Ściśle sprzężony w procesem wytopienia.	Tylko pierwotna. W praktyce dodatkowo przetwarzanie złomu Cu. Może być stosowany w innych procesach do wytopienia.
Kennecott/ Outokumpu	~ 300000 ton miedzi na rok	Uszczelniony	Duże stężenie SO ₂ . Przechowywanie kamienia.	Nie jest jeszcze dostępne wytopienie złomu anodowego. Aktualnie stosowany tylko dla jednego pieca do wytopienia; drugi w trakcie budowy.	Tylko pierwotna.

Tabela 3.26: Przegląd konwertorów dla pierwotnej i wtórnej produkcji miedzi

3.3.5.2 Konwertory miedzi wtórnej

Zgodnie z tym, co stwierdzono [tm 137, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998], na najpowszechniej stosowanym etapie produkcji wtórnej stosowane są piece Peirce-Smitha (lub podobne konwertory), TBRC i ISA Smelt. TBRC, w przypadku używania go jako konwertora, jest małych wymiarów i jest zwykle całkowicie obudowany, umożliwiając wychwyty oparów wtórnych. Do konwertora dodaje się złom stopów miedzi. Dla zbilansowania ciepła oraz dla oddzielenia pierwiastków takich jak cynk lub cyna przez parowanie w warunkach redukcji, dodawany jest węgiel. Takie same uwagi dotyczą systemów wychwyty oparów, stosowanych w produkcji miedzi pierwotnej. Z tego względu, dobra praca konwertora zależy od zastosowania pierwotnych i wtórnych okapów odciągowych podczas ładowania i odlewania w celu wychwycenia jak największej ilości oparów nieorganicznych; proszki takie jak topniki oraz substancję do nawęglania można dodawać przez okap odciągowy. Do zapobiegania dmuchaniu w czasie „wytoczenia” konwertora można stosować sterowanie automatyczne. Gazy pochodzące z wtórnych procesów konwertorowych miedzi wtórnej są chłodzone (z odzyskiem ciepła/energii, jeżeli jest to

możliwe); oddzielane są pyły oraz usuwany jest dwutlenek siarki i wykonywane jest filtrowanie w filtrze tkaninowym, jeśli jest to konieczne.

Procesy te oraz techniki sterowania i wychwytu oparów są odpowiednie do stosowania z nowymi i istniejącymi instalacjami; są to techniki, które należy wziąć pod uwagę.

3.3.6 Rafinacja ogniowa

Rafinacja ogniowa przedstawiona została wcześniej. Piece obrotowe, płomienne piece trzonowe, trzonowe piece szybowe oraz proces Contimelt są technikami, które należy wziąć pod uwagę dla pieców do wytapiania pierwotnego i wtórnego. Charakteryzują się one dodawaniem gazu przez dysze powietrzne lub lance. Piec szybowy trzonowy i proces Contimelt przeznaczone są dla wsadu stałego. Piec trzonowy płomienisty może być zasilany miedzią stałą i roztopioną; piec obrotowy może być zasilany głównie miedzią roztopioną. W przypadku zasilania miedzią roztopioną zwykle konieczne jest stosowanie kadzi zalewowej, co oznacza, że punkcie przelewania, jako potencjalny problem należy rozważyć powstawanie emisji niezorganizowanych. Opary niezorganizowane może powodować dodawanie złomu do pieców rafinacyjnych; należy unikać dodawania złomu zanieczyszczonego materiałem organicznym. Można sterować szybkością dodawania złomu.

Dla pieców do rafinacji ogniowej stosowane są systemy wychwytu oparów; wymagany system ograniczania emisji będzie się różnił w zależności od użytego materiału. Gazy i opary z pieca są wychwytywane, dopalane na etapie redukcji, chłodzone i oczyszczane za pomocą filtrów tkaninowych lub płuczek wieżowych. W zależności od przenoszenia siarki z konwertora, może być konieczne usuwanie dwutlenku siarki, np. przez płukanie kaustyczne. Na przykład przy ogniowej rafinacji miedzi konwertorowej z pieca konwertorowego Mitsubishi, gazy odlotowe mogą zawierać stosunkowo więcej dwutlenku siarki i wymagać usunięcia SO_2 .

Odzyskiwanie ciepła z gazów odlotowych pieca do rafinacji jest techniką, którą należy wziąć pod uwagę w przypadku urządzeń, w których wytapiany jest materiał stały przy dużych szybkościach.

Należy wziąć tu pod uwagę techniki odlewania roztopionej (ciekłej) miedzi z pieca do wytapiania anod do koła gwiazdowego maszyny rozlewniczej lub urządzenia do ciągłego odlewania.

Te procesy i techniki sterowania, wychwytu oparów i usuwania dwutlenku siarki nadają się do stosowania w nowych i istniejących instalacjach.

3.3.7 Rafinacja elektrolityczna

Należy tu wziąć pod uwagę procesy rafinacji elektrolitycznej, które charakteryzują się optymalnymi wymiarami elektrolizerów (odstęp, wielkość elektrolizera, itp.) oraz zastosowaniem wstępnych katod ze stali nierdzewnej i miedzianych płyt rozruchowych. Dla istniejących elektrolizerni koszty przejścia na wstępnie ukształtowane katody ze stali nierdzewnej mogą nie być odpowiednie; w takim przypadku stosowane będą miedziane płyty rozruchowe. W zależności od wielkości produkcji, warto również wziąć pod uwagę zmechanizowane (i zautomatyzowane) zbieranie materiału z elektrod oraz lepiej opracowane wykrywanie zwarć.

Odzyskiwanie miedzi z roztworów pociąga za sobą elektrolityczne otrzymywanie metali; w takich przypadkach gazy wydzielają się na anodzie i mogą wytwarzać kwaśną mgłę. Należy tu wziąć pod uwagę technikę wychwytu i usuwania takich mgieł.

Ponadto należy tu wziąć pod uwagę techniki uszczelnionych systemów spuszczenia z wanien elektrolitycznych oraz zawracania do obiegu wszystkich zebranych roztworów, techniki odzyskiwania szlamów anodowych oraz upustów elektrolitu.

3.3.8 Procesy przetwarzania żużłu

Żużel wytwarzany w procesie pochodzi z różnych źródeł. Techniki, które należy wziąć tu pod uwagę zależą od źródła; zasadniczo, żużle z pieca do wytapiania i żużle z niektórych konwertorów można przetwarzać w piecach (elektrycznych) do przetwarzania żużłu przy dodawaniu węgla i usuwaniu miedzi z żużłu w celu wytworzenia kamienia i czystego żużłu. Niektóre żużle bogate w miedź, takie jak żużel konwertorowy, mogą być zawracane do pieca do wytapiania lub mogą być wolno chłodzone i może być oddzielana część bogata w miedź, np. w urządzeniu do flotacji koncentratu. Należy również rozważyć technikę oczyszczania żużłu przez wprowadzanie węgla do kąpieli żużlowej przy zastosowaniu pieca obrotowego; ponadto należy wziąć pod uwagę techniki przewału żużłu oraz recykulację żużłu do pieca do wytapiania pierwszego stopnia (etap redukcji i wytapiania kamienia).

Żużel, z którego usunięto miedź ma bardzo niską zawartość metalu do ługowania i posiada kilka przydatnych właściwości, które umożliwiają jego zastosowanie w budownictwie lądowym i wodnym oraz jako środka do śrutowania. Użycie lub recykling żużli i recykling pyłów filtracyjnych uważa się za część tego procesu.

3.3.9 Procesy hydro-metalurgiczne

W momencie sporządzania niniejszego dokumentu przetwarzanie hydro-metalurgiczne tlenku miedzi nie było praktycznie stosowane w Europie; może być ono stosowane w przyszłości, np. na terenie kopalni. Podstawowy proces przedstawiony wcześniej i w rozdziale 2 może mieć kilka wariantów zależnych od charakterystyki rudy. Należy zapoznać się z poprzednimi raportami [tm 130, Chadwick 1994; tm 137, Cu Expert Group 1998 – Grupa Ekspertów ds. Cu 1998].

Ponieważ procesy hydro-metalurgiczne obejmują etapy ługowania, ekstrakcji rozpuszczalnikowej oraz elektrolityczny, pod uwagę należy wziąć właściwą likwidację ługowanego materiału oraz zanieczyszczenie mieszalników ekstrakcji rozpuszczalnikowej i osadników. Istotne są tu techniki przedstawione w rozdziale 2 służące do zapobiegania emisjom do wody, np. przez wprowadzenie systemów odprowadzania ścieków oraz technik do odzyskiwania lotnych związków organicznych (VOC) oraz zastosowanie łagodnych rozpuszczalników.

3.3.10 Cyna i inne metale

Wszystkie procesy przedstawione wcześniej jako dostępne techniki uważa się za techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu BAT. Na ostateczny dobór procesu wpływać będą szczególne materiały wsadowe. W związku z tymi procesami należy rozważyć również techniki przedstawione w rozdziale 2.

3.3.11 Walcówka miedzi

Wszystkie procesy przedstawione wcześniej jako dostępne techniki uważa się za techniki, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu BAT. Należy wziąć pod uwagę zastosowanie

nowoczesnych regulatorów palników w piecu szybowym dla zoptymalizowania spalania i utrzymania minimalnych poziomów CO, z zachowaniem jednocześnie jakości wyrobu.

3.3.12 Wlewki, rury i półwyroby

Na dobór procesów wpływają konkretne materiały wsadowe i wyroby gotowe; zastosowanie miec będą czynniki przedstawione w punkcie dotyczącym walcówki. W przypadku używania stopów miedzi w procesie, należy kontrolować temperaturę wytapiania, a wszystkie opary wytwarzane podczas topienia i odlewania należy skutecznie wychwytywać i oczyszczać za pomocą filtrów tkaninowych; z oparów tych można odzyskiwać ZnO. W związku z tymi procesami należy wziąć pod uwagę również techniki regulacji temperatury i sterowania procesem przedstawione w rozdziale 2.

3.3.13 Wychwytywanie (zbieranie) oparów/gazów i ograniczanie emisji

Techniki wychwytywania i ograniczania emisji gazów przedstawione w punkcie 2.7 i 2.8 niniejszego dokumentu są technikami, które należy wziąć pod uwagę dla różnych etapów procesu produkcji miedzi, itp..

W celu zapobiegania emisjom niezorganizowanym i niszczenia dioksyn oraz innych składników organicznych w gazach odlotowych, dla zastosowania najlepszego układu wstępnego przygotowania, pieca i ograniczania emisji, szczególnie istotne jest zidentyfikowanie zanieczyszczeń organicznych zawartych w surowcach wtórnych.

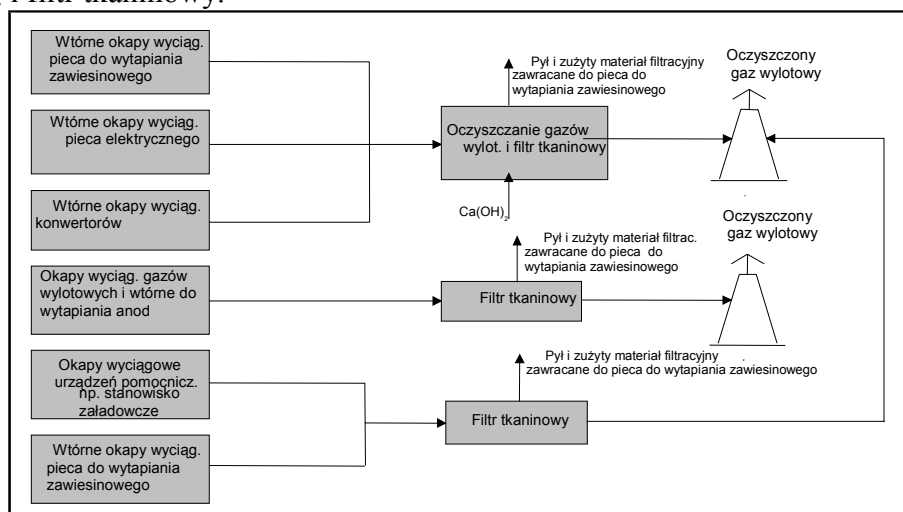
Techniką, którą należy również wziąć pod uwagę jest zastosowanie okapów wtórnych; zastosowanie inteligentnych systemów do kierowania wychwytem oparów może zmniejszyć zapotrzebowanie energii przez te systemy. Istnieje tu kilka zagadnień właściwych dla danego terenu, które są mają zastosowanie i niektóre z nich przedstawione są w punkcie 3.3.1.1 niniejszego rozdziału. Podczas projektowania układów okapowych należy wziąć pod uwagę dostęp do ładowania i do innej obsługi pieca oraz sposób zmiany źródła gazów technologicznych podczas cyklu technologicznego. Zasadniczo, przedstawione w niniejszym rozdziale technologie przetwarzania w połączeniu z odpowiednim ograniczaniem emisji, spełniać będą najsurowsze wymagania z zakresu ochrony środowiska.

Źródło	Składniki w gazach odlotowych	Metoda oczyszczania
Złe spalanie, materiał organiczny w materiale wsadowym	CO, lotne związki organiczne, dioksyny	Sterowanie procesem. Dopalacz. Wprowadzenie węgla aktywnego.
Siarka w paliwie i w surowcach	Dwutlenek siarki	Układ mokrej lub półsuchej płuczki wieżowej, wprowadzanie wapna.
Warunki spalania	NO _x	Sterowanie procesem, właściwe zastosowanie tlenu. Redukcja katalityczna.
Piec i transport roztopionych materiałów	Pył Opary tlenków metali	Płuczka wieżowa i/lub filtr tkaninowy.

Tabela 3.27: Metody ograniczania emisji, które należy wziąć pod uwagę.

PRZYKŁAD 3.05 DOCELOWE WTÓRNE OCZYSZCZANIE OPARÓW

Krótką charakterystyka: - Oczyszczanie oparów wtórnych i gazów wentylacyjnych przez absorpcję SO₂ i filtr tkaninowy.

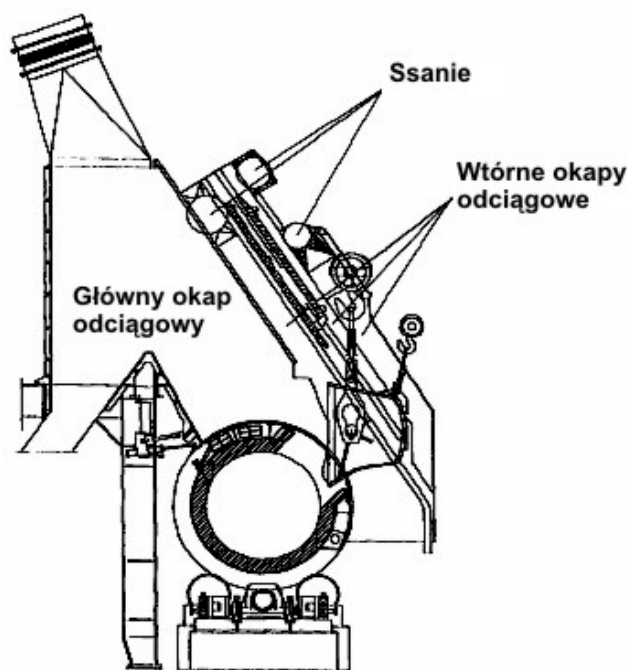


Rysunek 3.12 Ogólny układ systemu

Gazy wtórne z obszaru wentylacji:	Wtórne okapy odciągowe konwertora, okapy odciągowe elektrycznych pieców do oczyszczania żużłu, gazy odlotowe elektrycznych pieców do oczyszczania żużłu, systemy wentylacyjne pieca do wytopienia zawieszinowego, pieców do wytopienia anod, przygotowanie i transport materiałów zwracanych
Warunki wejściowe: Maks. objętość projektowa: Zmiana objętości: Absorbent do usuwania SO ₂ : Średnia zawartość pyłu i absorbentu: Poziom pyłów: Poziom na wlocie SO ₂ :	580000 Nm ³ /h ~ 350000 do 550000Nm ³ /h Wapno gaszone 1500 mg/Nm ³ 1 – 5 g/Nm ³ 100 – 1500 mg/Nm ³
Warunki wyjściowe: Zmiana objętości: Średni pył resztkowy: Zakres pyłu resztkowego : Składniki: Cd As Ni Se Sb Cu Absorpcja siarki	~ 350000 do 550000Nm ³ /h < 2 mg/Nm ³ 1 - 7 mg/Nm ³ < 0,01 – 0,1 mg/Nm ³ < 0,01 – 0,8 mg/Nm ³ < 0,01 – 0,3 mg/Nm ³ < 0,01 – 0,9 mg/Nm ³ < 0,01 – 0,5 mg/Nm ³ < 0,02 – 2 mg/Nm ³ ~50 do 70 %

Tabela 3.28 Dane dotyczące wydajności systemu

Oprócz okapu głównego w instalacji zastosowano system 3 wtórnych okapów odciągowych. Okapy takie można przyłączyć do instalacji kwasu siarkowego (okap 1) lub do wtórnego układu oczyszczania (okapy 2 i 3). Podczas operacji napełniania i odlewania, poszczególne okapy doprowadzane są za pomocą silników w położenia zapewniające optymalną efektywność wychwytu. Stosowane są sterowania inteligentne. Układ okapów wyciągowych konwertora przedstawiony jest niżej:



Rysunek 3.13: Docelowy układ wtórnego wychwytu oparów
[tm 201, Velten 1999]

Główne korzyści dla środowiska: - Wychwyt i oczyszczanie emisji niezorganizowanych. Zminimalizowanie zużycia energii.

Dane eksploatacyjne: - Osiągnięcie 99 % wychwytu oparów.

	Emisja pyłów kg/r	
	Przed dodatkowym wtórnym wychwytem gazów (1992)	Po dodatkowym wtórnym wychwycie gazów (1996)*
Produkcja anod t/r	220000	325000
Emisje niezorganizowane: -		
Ogółem piec do wytapiania	66490	32200
Poziom sklepienia pieca do wytapiania	56160	17020

Emisje kontrolowane (Piec do wytapiania pierwotnego): - Piec do wytapiania/instalacja kwasu	7990	7600
Komin wtórnych okapów odciągowych	2547	2116
Uwaga. * Emisje po zainwestowaniu 10 milionów € w celu uzyskania lepszego wychwyty gazów niezorganizowanych i systemu oczyszczania. Dodatkowa energia = 13.6 GWh/r		

Tabela 3.29: Wydajność po usprawnieniu wtórnego wychwyty oparów.

Skutki oddziaływania na środowisko: - Skutek pozytywny – Zmniejszenie zużycia energii w porównaniu do całkowitego wychwyty powietrza wentylacyjnego, zmniejszenie głównych emisji.

Aspekty ekonomiczne: - Kompletny system 23 miliony DM, włączając w to okapy wyciągowe, kanały, regulatory. Zużycie energii 13,6 GWh/r. Patrz również – załącznik dotyczący kosztów.

Możliwość zastosowania: - W większości procesów konwertorowych. Możliwość zastosowania dla takich pieców jak piece Teniente czy Noranda.

Przykładowe zakłady: - W Niemczech.

Bibliografia: - [tm 161, Petersen 1999]; [tm 92, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998].

PRZYKŁAD 3.06 WYCHWYT GAZÓW WENTYLACYJNYCH W INSTALACJI DACHOWEJ

Krótką charakterystyka: - System wychwyty oparów z hali konwertorów dla oczyszczania gazów wentylacyjnych. Wszystkie gazy wentylacyjne wychwytywane są w systemie dachowym. Są one oczyszczane w celu usunięcia pyłów, metali i dwutlenku siarki.

Podstawowe korzyści dla środowiska: - Wychwyty emisji niezorganizowanych z hali konwertorów.

Dane eksploatacyjne: - Osiągnięcie wychwyty oparów na poziomie 99,9% z budynku z piecem do wytapiania/konwertorem wytwarzającym 170000 t/r anod; gazy oczyszczane są w połączeniu z gazami suszarki. Możliwość ograniczonego usuwania SO₂ za pomocą aktualnego systemu przy użyciu filtra elektrostatycznego.

Emisje	Miejsce emisji		
	Wychwyty pierwotny 200000 Nm ³ /h	Wychwyty wtórny 1000000 Nm ³ /h	Niezorga nizowane
Dwutlenek siarki	523 t/r	2242 t/r	147 t/r

Tabela 3.30: Efektywność oczyszczania gazów po wychwyty w systemie dachowym

Skutki oddziaływania na środowisko: - Ogólny pozytywny efekt – Bardzo intensywny energetycznie, lecz zmniejszenie ogólnych emisji.

Aspekty ekonomiczne: - Brak danych; 2 instalacje pracują rentownie.

Możliwość zastosowania: - W większości procesów konwertorowych.

Przykładowe zakłady: - W Szwecji, w Finlandii.

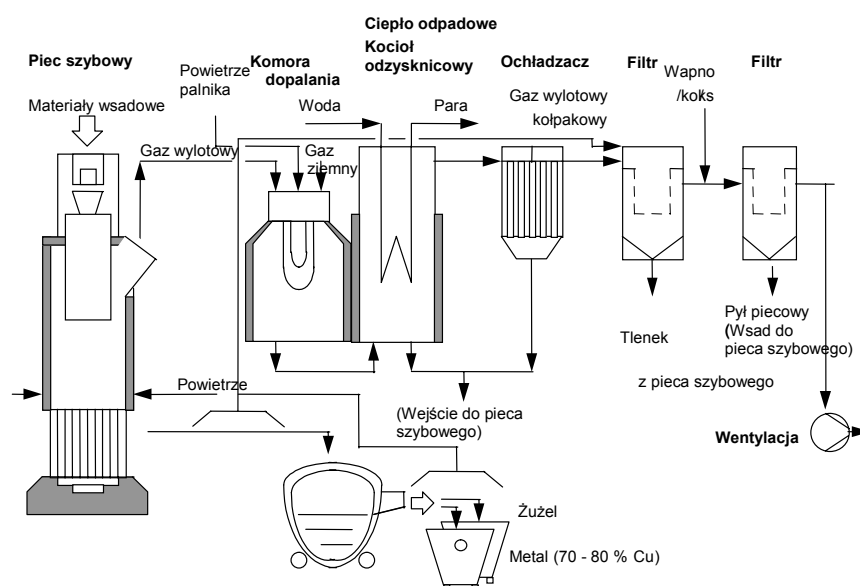
Bibliografia: - [tm 140, Finland Cu 1999 – Finlandia Cu 1999]; [tm 106, Farrell 1998].

Techniką, którą należy również wziąć pod uwagę jest zastosowanie okapów do odciągania oparów dla operacji spuszczenia i odlewania. Opary pochodzące ze spuszczenia składają się z oparów generowanych przez lance tlenowe, pyłów z wiercenia, oparów z parujących szlamów, w przypadku używania instalacji spustowych oraz oparów z odsłoniętych powierzchni metali i żużłu. Opary te składają się będą głównie z tlenków metali występujących w procesie wytapiania.

Wychwytywane gazy piecowe są zwykle bardzo gorące, dlatego też, w celu zapobieżenia uszkodzeniu urządzeń do ograniczania emisji, stosuje się schładzanie i odzyskiwanie energii. Techniką stosowaną dla miedzi pierwotnej jest przemiana na kwas siarkowy lub produkcja dwutlenku siarki. Dla miedzi wtórnej stosowane są filtry tkaninowe i/lub płuczki wieżowe, a dla etapów suszenia i rafinacji ogniowej technikami, które należy wziąć pod uwagę są metody płukania oraz odsiarczania suchego gazu w celu usunięcia niższych stężeń dwutlenku siarki. Zastosowanie dopalania, chłodzenia, neutralizacji i filtrowania ukazano w przedstawionych niżej dwóch przykładach.

PRZYKŁAD 3.07 DOPALANIE, CHŁODZENIE GAZU I FILTR TKANINOWY

Krótką charakterystyka: - Komora dopalania oraz oczyszczanie gazów wraz z przetwarzaniem koksu/wapna, po której występuje filtr tkaninowy. System dopalacza używany jest dla pieca szybowego wytwarzającego 15200 t/r czarnej miedzi. Objętość gazu 32000 Nm³/h.



Rysunek 3.14: Podstawowy układ systemu dopalacza

Podstawowe korzyści dla środowiska: - Niszczenie dioksyn. Niszczenie CO i innego węgla.

Dane eksploatacyjne: - Dioksyne na poziomie $< 0,1 \text{ ng TEQ /Nm}^3$.

Skutki oddziaływania na środowisko: - Skutek pozytywny – Zmniejszenie głównych emisji. Odzysk innych metali.

Aspekty ekonomiczne: Koszt instalacji dopalacza i filtra tkaninowego $\sim 1,5$ miliona €. Patrz również – załącznik dotyczący kosztów.

Możliwość zastosowania: - W większości pieców szybowych; zastosowanie dla innych pieców z tym samym wymaganiem chłodzenia gazów i usuwania CO, SO₂ i pyłów.

Przykładowe zakłady: - Zastosowanie w zakładach w Austrii i w Niemczech.

Bibliografia: - [tm 124, DFIU Cu 1999], [tm 160, Winter Cu 1999], [tm 226, VDI 2102 1999].

PRZYKŁAD 3.08 CHŁODZENIE GAZU I FILTR TKANINOWY

Krótką charakterystyka: - System chłodzenia gazu i filtr tkaninowy. Zawiera dodawanie wapna, w przypadku, gdy w gazach występuje dwutlenek siarki.

Podstawowe korzyści dla środowiska: - Oczyszczanie gazów pochodzących z konwertora i pieców do rafinacji ogniowej w celu usunięcia pyłów i metali.

Dane eksploatacyjne: - Pył – 1 – 3 mg/Nm³. Cu+Pb+Zn $<0,2 \text{ mg/Nm}^3$.

Skutki oddziaływania na środowisko: - Efekt dodatni – Skuteczne zmniejszenie ilości pyłów i metali. Odzyskiwanie Zn, Pb itd.

Aspekty ekonomiczne: - Niedostępne dane, lecz w praktyce rentowna eksploatacja. Podobny proces jest przedstawiony w załączniku na temat kosztów.

Możliwość zastosowania: - W większości konwertorów i pieców anodowych.

Przykładowe zakłady: - Pracuje w instalacji w Austrii.

Bibliografia: - [tm 106, Winter Cu 1999]

3.3.14 Zarządzanie i sterowanie procesem

Do procesów produkcyjnych stosowanych w niniejszej Grupie zastosowanie mają zasady sterowania i zarządzania takie jak stosowanie systemów z ISO 9000 przedstawionych w rozdziale 2. Przez przyjęcie wielu z takich technik można udoskonalić niektóre piece i technologie. Należy wziąć tu pod uwagę technikę regulacji temperatury w piecach służących do wytapiania stopów miedzi. Istotne znacznie dla wdrożenia powyższych czynników ma tu przeszkolenie operatorów, zapewnienie instrukcji obsługi i systemów zarządzania. Tam, gdzie będzie to uzasadnione lub wymagane, należy również rozważyć systemy konserwacji profilaktycznej.

3.3.15 Wody odpadowe (ścieki)

Jest to problem charakterystyczny dla danego miejsca; podaje się, że istniejące systemy oczyszczania posiadają wysoki standard. Wszystkie wody odpadowe należy oczyszczać w celu usunięcia rozpuszczonych metali i części stałych. Pod uwagę należy wziąć techniki wymienione w rozdziale 2. W wielu zakładach woda chłodząca i oczyszczone wody odpadowe, włączając w to wody deszczowe, wykorzystywane są ponownie lub zwracane z powrotem do procesu. Wody odpływowe, w przypadku zebrania i osobnego magazynowania, należy przed odprowadzeniem oczyścić przez sedymentację i/lub wyregulowanie pH.

PRZYKŁAD 3.09 OCZYSZCZANIE WODY ODPADOWEJ

Krótką charakterystyka: - Oczyszczanie słabego kwasu pochodzącego z instalacji kwasu siarkowego oraz różnych wód kwaśnych z przemywania z zastosowaniem wapna i siarczanu żelaza.

Podstawowe korzyści dla środowiska: - Minimalne odprowadzanie wód odpadowych, zmniejszenie zużycia wody.

Dane eksploatacyjne:

Warunki wejściowe:	
Przepływ:	35 m ³ /h
Składniki:	
H ₂ SO ₄	60 g/l
Cu	2100 mg/l
Hg	15 mg/l
As	2200 mg/l
Pb	2600 mg/l
Ni	7 mg/l
Cd	110 mg/l
Zawiesina stała	200 mg/l
Wody ściekowe*:	
Przepływ	31,2 m ³ /h
pH	9,5
Cu	0,2 – 0,5 mg/l
Hg	0,05 mg/l
As	0,1 mg/l
Pb	0,2 mg/l
Ni	0,5 mg/l
Cd	0,1 mg/l
Szlam gipsowy: - Ilość:	6 – 7 t/h
: - Skład	40 – 50 % H ₂ O ~ 30 - 35 % CaSO ₄ ~ 1 %As (jako związek arsenu), ~ 1 % Cu, ~ 1 – 2 % Fe, ~ 0,01 % Hg, ~ 1 Pb, ~ < 0,1 % Ni, ~ < 0,1 % Cd.

* Dane projektowe z uwzględnieniem zmian w ściekach

Tabela 3.31: Dane dotyczące efektywności oczyszczania słabego kwasu

Skutki oddziaływania na środowisko: - Dodatni efekt – Zmniejszenie głównego zrzutu do wody, możliwość ponownego wykorzystania wody odpadowej i szlamu.

Aspekty ekonomiczne: - Koszt urządzeń 2,5 miliona euro, koszty instalacji od 4,5 do 5,2 miliona euro. Moc 200 kW. Mleko wapienne (10%); 15 m³/h. H₂SO₄ (10%); 0,8 m³/h. FeSO₄ · 7H₂O; 80 kg/h.

Możliwość zastosowania: - W większości układów ściekowych.

Przykładowe zakłady: - W budowie w UE.

Bibliografia: - [tm 210, Cu Expert Group 1999 – Grupa Ekspertów ds. Cu 1999]

PRZYKŁAD 3.10 OCZYSZCZANIE I PONOWNE WYKORZYSTYWANIE WODY ODPADOWEJ

Krótką charakterystyka: Zbieranie ścieków technologicznych i wody powierzchniowej i system oczyszczania. Obejmuje oczyszczanie za pomocą NaHS, po którym następuje sedymentacja i filtr piaskowy. Woda używana jest ponownie w procesie lub do polewania składowiska wodą.

Podstawowe korzyści dla środowiska: - Minimalne odprowadzanie wody odpadowej; zmniejszenie zużycia wody.

Dane eksploatacyjne: - Uzyskiwanie maksymalnego ponownego wykorzystania wody. Odprowadzanie (zrzucanie) 110000 m³/r.

Składnik	Woda technologiczna miedzi wtórnej po oczyszczeniu za pomocą NaHS, przez sedymentację i filtrowanie przez piasek
Cu mg/l	0,04
Pb mg/l	0,04
Ni mg/l	0,07
Zn mg/l	0,13
As mg/l	< 0,01
Cd mg/l	0,004
Zawiesina stała mg/l	1,0

Tabela 3.32: Dane dotyczące skuteczności układu oczyszczania przy zastosowaniu NaHS

Skutki oddziaływania na środowisko: - Efekt pozytywny – Zmniejszenie głównego zrzutu do wody, ponowne użycie wody odpadowej.

Aspekty ekonomiczne: - Brak danych, lecz system pracuje w sposób ekonomiczny.

Możliwość zastosowania: - Ponowne użycie wody deszczowej do zwilżania powierzchni składowania złomu.

Przykładowe instalacje: - w Belgii

Bibliografia: - [tm 106, Farrell 1998]

PRZYKŁAD 3.11 OCZYSZCZANIE WODY CHŁODZĄCEJ

Krótką charakterystyka: - Oczyszczanie bezpośredniej wody chłodzącej stosowanej w systemie odlewania anod.

Podstawowe korzyści dla środowiska: - minimalne odprowadzanie wody odpadowej; zmniejszenie zużycia wody.

Dane eksploatacyjne:

Rodzaj obróbki:	Sedymentacja, ustawianie pH i wytrącanie	
Woda nieoczyszczona: Ilość:	~ 350000 m ³ /r	
Podstawowe składniki:	Przed oczyszczeniem	W ściekach
pH		8,5 – 9,5
mg/l Cu,	< 30	0,01 – 0,25
mg/l Pb,	< 2,5	0,001 – 0,1
mg/l As	< 2,0	0,001 – 0,1
mg/l Ni	< 0,5	0,002 – 0,06
mg/l Cd,	< 0,01	0,0001 – 0,003
mg/l Zn	< 1,0	0,02 – 0,5

Tabela 3.33: Dane dotyczące skuteczności układu oczyszczania wody chłodzącej

Skutki oddziaływania na środowisko: - Efekt dodatni – Zmniejszenie głównego zrzutu do wody.

Aspekty ekonomiczne: - Brak danych, lecz system pracuje w sposób rentowny.

Możliwość zastosowania: - Ponowne użycie wody deszczowej do nawilżania miejsca składowania złomu.

Przykładowe zakłady: - Zastosowanie w zakładzie w Niemczech.

Bibliografia: - [tm 106, Farrell 1998]

3.3.16 Pozostałości technologiczne

Należy wziąć pod uwagę dostępne techniki z zakresu odzyskiwania metali z pozostałości i minimalizujące ilość odpadów do ostatecznego usuwania.

3.4 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 wytwarzania miedzi są SO_2 , pył, opary w postaci tlenków metali, związki organiczne, woda odpadowa, pozostałości takie jak wykładziny pieca, szlam, pył pofiltracyjny i zużel. Problemem jest tu również tworzenie się dioksyn podczas przetwarzania wtórnych materiałów miedzianych;
- zbadanie technik najistotniejszych z punktu widzenia tych kluczowych zagadnień;
- określenie poziomów emisji optymalnych dla 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, główne 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 całości sektora i 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 stosując te techniki 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 wyciągnięte 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 zastosowaniu 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, dobór technologii silnie zależy od surowców dostępnych dla określonego terenu. Najbardziej istotnymi czynnikami są tu: skład, występowanie innych zawartych metali, rozkład ich wielkości (włączając w to zdolność do tworzenia pyłów) oraz stopień zanieczyszczenia materiałem organicznym. Mogą występować materiały podstawowe dostępne z jednego lub z wielu źródeł, surowce wtórne o różnej jakości lub układ surowców podstawowych i wtórnych.
- 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 zależeć będzie od charakterystyk głównych technologii, np. w niektórych technologiach unika się przewozu kadzi, dzięki czemu łatwiejsze jest uszczelnienie. Inne technologie mogą posiadać zdolność do przeróbki materiałów recyklingowych i dzięki temu zmniejszać wpływ na środowisko przez eliminację konieczności usuwania nieużytecznych odpadów.
- W końcu wzięto pod uwagę 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 takich technologiach i przy ograniczaniu emisji.

Z tych względów dobór najlepszych dostępnych technik 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 charakterystyczne dla określonego terenu. Niektóre podstawowe technologie mają pewne zalety dzięki zdolności do zastosowania w nich niektórych materiałów wtórnych.

Zalecana metodologia, która zastosowana została w niniejszym opracowaniu, streszczona jest w poniższych punktach:-

- Sprawdzenie w przemyśle określonej technologii i jej niezawodności;

- Ograniczenia dotyczące materiału wsadowego, który może być przetwarzany; np. w wytopie pierwotnym niektóre technologie dostosowane są do „czystego” koncentratu a inne do topienia złożonych materiałów wsadowych;
- Na dobór technologii wpływa rodzaj materiału wsadowego i inne metale w nim zawarte (np. Pb, Zn);
- Ograniczenia w zakresie poziomu produkcji. – np. sprawdzona górna wartość graniczna lub minimalna przepustowość wymagana z ekonomicznego punktu widzenia;
- Możliwość zastosowania najnowszych i skutecznych technik wychwytu i ograniczania emisji dla danej technologii.
- Możliwość osiągnięcia najniższych poziomów emisji za pomocą kombinacji technologii i technik ograniczania emisji. Odpowiadające im emisje przedstawione są w dalszej części.
- Inne aspekty takie jak bezpieczeństwo związane z technologiami.

W czasie sporządzania niniejszego dokumentu mogło pracować kilka kombinacji technologii i technik ograniczania emisji spełniających wymagania najwyższych standardów środowiskowych oraz wymagania BAT. Technologie takie różnią się pod względem wydajności, jaką można osiągnąć oraz materiałów, które można zastosować; przedstawiono tu kilka kombinacji. We wszystkich technologiach maksymalizowane jest ponowne użycie pozostałości, a minimalizuje się emisje do wody. Ekonomiczność tych technologii jest różna. Niektóre z nich wymagają pracy z wysoką wydajnością, aby były ekonomiczne, podczas gdy inne są niezdolne do uzyskania wysokich poziomów wydajności.

Techniki zbierania i ograniczania emisji używane wraz w takich technologiach przedstawione zostały w rozdziale 2 oraz w ramach technik, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu BAT w tym rozdziale a ich zastosowanie w połączeniu z procesem hutniczym spowoduje uzyskanie wysokiego poziomu ochrony środowiska.

Zgodnie z tym, co przedstawiono w ogólnym wstępie do niniejszego dokumentu, w tej części zaproponowano techniki i emisje uważane za ogólnie zgodne z BAT. Celem jest tu przedstawienie podstawowych wskazań poziomów emisji i zużycia, które można uznawać za odpowiedni punkt orientacyjny dla poziomów odpowiadających BAT. Wykonuje się to przez podanie osiągalnych poziomów w zakresach, stosowanych ogólnie dla instalacji nowych i zmodernizowanych. W istniejących instalacjach mogą występować czynniki takie jak ograniczenia w zakresie przestrzeni i wysokości, które uniemożliwiają pełne zastosowanie takich technik.

Poziom ten będzie zmieniał się również wraz z upływem czasu, w zależności od stanu urządzeń, ich konserwacji i sterowania technologicznego instalacji ograniczającej emisję. Praca procesu źródłowego będzie wpływać również na wydajność, gdyż istnieje prawdopodobieństwo zmian temperatur, objętości gazu a nawet cech materiałów w całym procesie technologicznym i we wsadzie. Z tych względów osiągalne emisje stanowią tylko podstawę, według której można ocenić rzeczywistą efektywność instalacji. Na poziomie lokalnym należy wziąć pod uwagę dynamikę technologii oraz inne problemy, charakterystyczne dla danego terenu. W przykładach przedstawionych w części dotyczącej technik, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu BAT, podane są stężenia dotyczące niektórych istniejących technologii [tm 137 Cu Expert Group 1998 – Grupa Ekspertów ds. Cu 1998].

3.4.1 Transport i składowanie

Wnioski wyciągnięte dla najlepszych dostępnych technik w zakresie transportu i składowania materiałów przedstawione są w punkcie 2.17 niniejszego dokumentu i dotyczą materiałów prezentowanych w tym rozdziale. Są to następujące techniki:

- Zastosowanie systemów przechowywania płynów zawartych w nieprzepuszczalnych obwałowaniach posiadających pojemność do pomieszczenia przynajmniej objętości największego zbiornika magazynowego w obrębie obwałowania. W każdym Państwie Członkowskim istnieją różne wytyczne, których należy przestrzegać, jeżeli będzie to właściwe. Obszary magazynowania należy zaprojektować w taki sposób, aby wycieki z górnych części zbiorników i z układów doprowadzających były przechwytywane i zawarte w obwałowaniu. Zawartości zbiorników powinny być wyświetlane i należy używać odpowiednich alarmów. Dla zapobiegania przepełnieniu zbiorników należy stosować planowane dostawy i automatyczne układy sterowania.
- Kwas siarkowy i inne materiały chemicznie aktywne należy również przechowywać w zbiornikach z podwójnymi ściankami lub w zbiornikach ustawionych w obwałowaniach odpornych chemicznie, o tej samej pojemności. Za uzasadnione uważa się stosowanie układów wykrywania wycieków i zainstalowanie alarmów. W przypadku istnienia ryzyka zanieczyszczenia wód gruntowych, powierzchnia magazynowania powinna być nieprzepuszczalna i odporna na oddziaływanie przechowywanego materiału.
- W celu zbierania rozlanego materiału, punkty dostawy powinny znajdować się w obrębie obwałowań. W celu zmniejszenia emisji lotnych składników organicznych (VOC), należy stosować wentylację wsteczną wypartych gazów do pojazdu dostawczego. W celu zapobieżenia rozlewom, należy rozważyć zastosowanie automatycznego ponownego uszczelnienia złączy doprowadzających.
- Materiały niezgodne (np. materiały utleniające i organiczne) należy posegregować i w zbiornikach magazynowych lub na hałdach zastosować gazy obojętne, jeżeli będzie to konieczne.
- W razie potrzeby do spuszczenia z obszarów otwartego przechowywania należy stosować kolektory olejowe lub stałe. Materiały, które mogą uwalniać olej, należy przechowywać na powierzchniach betonowych posiadających krawężniki lub inne wyposażenie ograniczające. Konieczne jest stosowanie metod oczyszczania ścieków dla przechowywanych substancji chemicznych.
- W celu szybkiego wykrywania wycieków i zapobieżenia uszkodzeniu przez pojazdy i inne urządzenia, przenośniki przesypowe i rurociągi powinny znajdować się na bezpiecznych, otwartych powierzchniach, powyżej gruntu. W przypadku istnienia rurociągów podziemnych, ich przebieg można udokumentować i oznaczyć oraz przyjąć bezpieczny system wykopów.
- W celu zapobieżenia rozerwaniu i powstaniu wycieków, należy stosować właściwie zaprojektowane, mocne zbiorniki ciśnieniowe dla gazów (włączając w to LPG) wraz z monitorowaniem ciśnienia w zbiornikach i rurociągach. Przyrządy monitorujące gazy należy używać na ograniczonych obszarach i w pobliżu zbiorników zasobnikowych.
- Tam, gdzie będzie to wymagane, dla materiałów pylistych można stosować uszczelnione systemy doprowadzania, przechowywania i odzyskiwania, a do codziennego przechowywania można używać silosów. Materiały pyliste należy przechowywać w całkowicie zamkniętych budynkach, w których mogą nie być wymagane specjalne urządzenia filtrujące.
- Tam, gdzie będzie to właściwe i będzie przyczyniało się do ograniczania tworzenia pyłów, można stosować środki uszczelniające (takie jak melasy i polioctan winylu).
- W celu zapobieżenia emisji pyłów, w punktach dostawy, silosach, pneumatycznych systemach transportowych i w punktach przesypowych przenośników, jeżeli będzie to wymagane, należy stosować obudowane przenośniki z właściwie zaprojektowanymi, wydajnymi urządzeniami wyciągowymi i filtrującymi.
- Materiały niepyłące i nierozpuszczalne można przechowywać na uszczelnionych powierzchniach ze spustem i kolektorem ścieków.
- Opilki, wióry oraz inne materiały olejowe należy przechowywać pod przykryciem w celu zapobieżenia wymywaniu przez wodę deszczową.

- Dla zminimalizowania wytwarzania i przenoszenia pyłów na określonym terenie, można stosować racjonalne układy transportowe. Należy zbierać i oczyścić wodę deszczową wymywającą pyły przed jej odprowadzeniem.
- Do czyszczenia pojazdów używanych do dostawy oraz obsługi pylistych materiałów, należy używać myjni przejezdnych i strumieni wody lub innych urządzeń do czyszczenia. Na dobór metody wpływać będą lokalne warunki, np. tworzenie się lodu. Można wykorzystywać planowane kampanie oczyszczania dróg.
- Dla zapobieżenia rozlewom i do wykrywania wycieków, można zastosować systemy inwentaryzacji i kontroli.
- Dla określania jakości surowców i planowania metod technologicznych, w systemie obsługi i przechowywania materiałów można wprowadzić systemy pobierania próbek materiałów i oznaczania składu chemicznego. Systemy takie należy zaprojektować i obsługiwać według tych samych standardów jak systemy obsługi i przechowywania.
- Powierzchnie przechowywania reduktorów takich jak węgiel, koks oraz zręby drewna należy nadzorować pod względem powstania pożaru wskutek samozapłonu.
- Należy stosować właściwe zasady projektowe i konstrukcyjne oraz odpowiednią konserwację.

Poniżej przedstawiona jest tabela, w której w skrócony sposób przedstawiono transport i składowanie materiałów.

Surowiec	Sposób składowania	Transport	Wstępna obróbka	Uwagi
Węgiel i koks	Zakryte nawy magazynowe, silosy.	Zakryte przenośniki, w przypadku materiałów nie pylistych. Pneumatyczny.		
Paliwa i inne oleje	Zbiorniki lub beczki na obwałowanych obszarach.	Zabezpieczony rurociąg lub system ręczny.		
Topniki. W przypadku tworzenia się pyłów	Powierzchnie otwarte o podłożach betonowych lub podobnych. W razie potrzeby miejsca obudowane (silosy).	Oślonięte przenośniki ze zbieraniem pyłów. Pneumatyczny.	Mieszanie z koncentratami lub innym materiałem.	
Koncentraty	Oślonięte, jeżeli nie tworzą pyłów.	Oślonięty ze zbieraniem pyłów. Pneumatyczny.	Mieszanie przy użyciu przenośników. Osuszanie.	
Wyroby miedziane – katody, walcówka, kęsy i placki miedziane.	Na otwartej powierzchni betonowej lub w magazynach osłoniętych.			
Pył miarki.	Oślonięte.	Oślonięty ze zbieraniem pyłu. Pneumatyczny.	Mieszanie. Aglomeracja.	
Pył gruboziarnisty	Oślonięte nawy magazynowe.	Ładowarka mechaniczna.	Odolejanie, w razie potrzeby.	Zbieranie oleju, w razie

(surowiec lub granulowany żużel)				potrzeby.
Kawałkowy (surowiec lub żużel)	Otwarte.	Ładowarka mechaniczna.		Zbieranie oleju, w razie potrzeby.
Całe pozycje	W otwartych lub osłoniętych nawach magazynowych.	Ładowarka mechaniczna.		Zbieranie oleju, w razie potrzeby.
Drobne wióry	Składowisko przykryte.	Kubły wsadowe.	Suszenie drobnych wiórów lub odolejanie.	Zbieranie oleju, w razie potrzeby.
Kable	W miejscach otwartych.	Ładowarka mechaniczna.	Usuwanie powłok.	
Płytki z obwodami drukowanymi	Kryte nawy magazynowe.	Ładowarka mechaniczna.	Mielenie + rozdzielanie składników	Tworzywa sztuczne mogą być źródłem ciepła.
Pozostałości technologiczne dla odzyskiwania	W miejscach otwartych, osłoniętych lub obudowanych, w zależności od wytwarzania pyłów.	Zależy od warunków.		Odpowiedni system odprowadzania.
Odpady do likwidacji (np. wyłożenia pieca)	W otwartych, osłoniętych lub obudowanych nawach magazynowych lub uszczelnione (beczki), w zależności od materiału.	W zależności od warunków.		Odpowiedni system odprowadzania.

Tabela 3.34: Podsumowanie technik transportu i składowania dla miedzi

3.4.2 Dobieranie technologii

Nie można wyciągać wniosku, że do tej grupy metali można zastosować jedną technologię produkcji. Techniki dla następujących etapów technologicznych uważane są za najlepsze dostępne techniki BAT dla dostępnych surowców.

3.4.2.1 Wytapianie miedzi pierwotnej

Biorąc pod uwagę te czynniki, za najlepsze dostępne techniki BAT dla produkcji miedzi uważane są poniższe kombinacje, jeżeli stosowane będą z odpowiednimi technikami zbierania i ograniczania emisji.

- W hutniczej produkcji miedzi za BAT dla etapu wytapiania i procesu konwertorowego uważane są procesy ciągłe typu Mitsubishi i Outokumpu/Konnect. Podczas gdy obecnie w systemie Outokumpu/Konnect przetwarzane są tylko surowce pierwotne, to w procesie Mitsubishi przetwarzane są również wtórne surowce miedziane i złom, lecz może tu wystąpić wyższy poziom emisji dwutlenku siarki z pieca do wytapiania anod. W technologiach tych stosowane są piece uszczelnione, które nie są uzależnione od przewozu kadzi z ciekłym kamieniem i innych materiałów i z tego względu są z natury czystsze. Zarówno zbieranie i oczyszczanie oparów z etapów granulacji i z rynien spustowych, jak i osobne topienie złomu (anodowego) tam, gdzie jest to wymagane, pozostają potencjalnymi źródłami. Technologie te mają różne koszty kapitałowe, koszty eksploatacji i wydajność, a ostateczny wybór zależy od warunków lokalnych, takich jak dostępne surowce i pożądana wydajność.
- Podobne efekty środowiskowe można osiągnąć w przypadku zastosowania pieca do wytapiania zawieszinowego Outokumpu przy użyciu mieszanek koncentratów z różnych źródeł. Dla mniejszych wydajności, na terenach kopalń wykazały swoją przydatność piece do wytapiania ISA. Piece te używane są w układzie z konwerterem Peirce-Smitha (lub podobnym).
- Układ częściowego prażenia we fluidyzacyjnym piecu do prażenia, topienia kamienia w piecu elektrycznym i w konwerterze Peirce-Smitha ma zalety w przypadku przetapiania złożonych materiałów wsadowych, umożliwiając odzyskiwanie innych metali zawartych w koncentratkach, takich jak cynk i ołów.
- Zastosowanie pieca do wytapiania zawieszinowego Outokumpu dla bezpośredniego wytapiania na miedź konwertorową przy użyciu określonych koncentratów o małej zawartości żelaza lub bardzo wysokogatunkowych koncentratów (mały odpad żużlu).

W celu osiągnięcia wysokiego standardu środowiskowego w zakresie emisji, etap konwertorowy dla technologii nieciągłych, tj. konwertera Peirce-Smith (lub podobnego), należy wyposażyć w nowoczesne podstawowe i wtórne systemy zbierania gazu. Dla umożliwienia dostępu do kadzi transportowych przy zachowaniu dobrego zbierania spalin, należy zaprojektować odpowiednie kołpakowe układy wyciągowe. Cel ten można osiągnąć przez zastosowanie systemu inteligentnego sterowania automatycznym zbieraniem emisji pyłów tylko w czasie ich wystąpienia w cyklu, bez niepotrzebnego zużycia energii na pracę ciągłą. Przykład przedstawiony jest w technikach, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu BAT. Cykl dmuchania w konwerterze i system zbierania spalin powinny być sterowane automatycznie w celu zapobieżenia dmuchaniu podczas wytaczania konwertera. Jeśli to możliwe, dodatki materiałów należy wprowadzać przez kołpak lub dysze. Taki układ zapewnia potencjalnie wyższą elastyczność, umożliwia stosowanie surowców pierwotnych i wtórnych oraz wykorzystanie ciepła wytwarzanego w procesie konwertorowym dla topienia złomu.

Konwertory Noranda, El Teniente i piece Contop wymienione jako techniki, które należy wziąć pod uwagę, mogą również uzyskiwać takie same efekty środowiskowe jak wymienione wyżej. Aktualnie pracują one przy niższych standardach środowiskowych, lecz przy zainstalowanych dobrych systemach zbierania gazów i ograniczania emisji, technologie te mogą być korzystne pod względem efektywności energetycznej, kosztów, wydajności oraz łatwości unowocześniania. Zalety może posiadać również piec zawieszinowy INCO, lecz pracuje on ze 100% tlenem, czego wynikiem jest jego wąski zakres eksploatacyjny.

Informacje dostępne dla technologii Baiyin i Vanyucov są ograniczone. W obecnej chwili nie można dokonać oceny w zakresie ich potencjału jako BAT [tm 137, Copper Expert Group 1998 - Grupa Ekspertów ds. Miedzi 1998].

Gazy z procesów wytapiania pierwotnego i przetwarzania należy oczyszczać w celu usunięcia pyłów i metali lotnych, w celu odzyskania ciepła lub energii oraz dwutlenku siarki przerabianego na kwas siarkowy w instalacji kwasu siarkowego z podwójnym kontaktem, zaprojektowanej zgodnie z technikami, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu BAT. Produkcja ciekłego dwutlenku

siarki w układzie z instalacją kontaktową dla przemiany resztkowego dwutlenku siarki na kwas jest BAT w przypadku istnienia zapotrzebowania na taki materiał na rynku lokalnym.

Stosowana technika	Surowce	Techniki ograniczania emisji	Uwagi
Wytapianie w piecu zawieszonym Outokumpu/Konwertorze Peirce-Smitha	Koncentrat i złom miedzi	Gaz technologiczny: instalacja do produkcji kwasu Techniki zbierania i czyszczenia oparów; instalacje oczyszczania wody.	Standardowa koncepcja pieca do wytapiania o wysokim poziomie dojrzałości, elastyczności i efektywności dla środowiska w układzie z odpowiednimi technikami ograniczania emisji. Wydajności wykazane dla do 370000 t/r miedzi.
Częściowe prażenie/piec elektryczny/konwertor Peirce-Smitha	Koncentraty normalne i złożone, niższej klasy materiał wtórny, złom miedzi	Gaz technologiczny: instalacja do produkcji kwasu Techniki zbierania i czyszczenia oparów; instalacje oczyszczania wody.	Sprawdzona koncepcja technologiczna, wydajność praktyczna do 220000 t/r miedzi. Dla odzysku cynku, technologia ta łączona jest z przewalem żużlu.
Proces ciągły Mitsubishi	Koncentrat i złom miedzi.	Gaz technologiczny: instalacja do produkcji kwasu Techniki zbierania i czyszczenia oparów; instalacje oczyszczania wody.	Aktualnie pracują dwie instalacje, a dwie następne są w budowie. Sprawdzone wydajności do 240000 t/r miedzi.
Wytapianie zawieszonowe Outokumpu – Kennecott/technologia konwertorowania zawieszonowego	Koncentrat	Gaz technologiczny: instalacja do produkcji kwasu Techniki zbierania i czyszczenia oparów; instalacje oczyszczania wody.	W takim układzie tylko z jedną instalacją z pracującym jednym źródłem zasilania wsadem; wydajność (konwertor zawieszonowy) ~300000 t/r miedzi. W budowie jest druga instalacja na podobnej bazie.
Piec do wytapiania ISA/konwertor Peirce-Smitha	Koncentrat i surowce wtórne	Gaz technologiczny: instalacja do produkcji kwasu	Pracują dwie instalacje. Wykazane wydajności do

		Techniki zbierania i czyszczenia oparów; instalacje oczyszczania wody.	230000 t/r miedzi.
Technologia Noranda i El Teniente/konwertor Peirce-Smitha	Koncentrat miedzi, złom miedziany (Noranda)	Gaz technologiczny: instalacja do produkcji kwasu Techniki zbierania i czyszczenia oparów; instalacje oczyszczania wody.	El Teniente jest szeroko stosowana w Ameryce Południowej, głównie dla koncentratów z jednego źródła. Wykazane wydajności do 190000 t/r miedzi.
Contop/konwertor Peirce-Smitha	Koncentrat miedzi	Gaz technologiczny: instalacja do produkcji kwasu Techniki zbierania i czyszczenia oparów; instalacje oczyszczania wody.	Tylko jeden zakład. Potencjał dla złożonego materiału wsadowego. Osiągana wydajność: 120000 t/r miedzi.
Inco zawieszinowy/konwertor Pierce Smith'a	Koncentrat miedzi	Gaz technologiczny: instalacja do produkcji kwasu Techniki zbierania i czyszczenia oparów; instalacje oczyszczania wody.	Jak dotąd stosowana w zakładach zasilanych głównie koncentratem z jednego źródła.

Tabela 3.35: Piece do wytopienia miedzi pierwotnej uważane za BAT

3.4.2.2 Wytapianie miedzi wtórnej

W przypadku produkcji miedzi z surowców wtórnych, na poziomie lokalnym pod uwagę należy wziąć zróżnicowanie w materiale wsadowym i kontrolę jakości, co będzie miało wpływ na układ pieców, obróbkę wstępną oraz związane z tym systemy zbierania i ograniczania emisji. Technologiami uważanymi za najlepsze dostępne techniki BAT są tu piece szybowe, mini piec do wytapiania, TBRC, uszczelniony piec elektryczny z łukiem zakrytym, piec typu ISA i konwertor Peirce-Smitha.

Piec elektryczny z łukiem zakrytym jest urządzeniem uszczelnionym i z tego względu będzie czystszy od innych, pod warunkiem, że układ wyciągowy gazów będzie odpowiednio zaprojektowany i będzie miał odpowiednią wielkość. W czasie sporządzania niniejszego dokumentu, w piecach elektrycznych stosowano również materiały wtórne zawierające siarkę i wtedy piece te przyłączone były podczas takiej pracy do instalacji kwasu siarkowego. Wytwarzana objętość gazu była niższa niż w innych piecach [tm 92, Cu Expert Group 1998 – Grupa Ekspertów ds. Cu 1998] i z tego względu mniejsza mogła być wielkość instalacji ograniczającej emisję.

W przypadku wysokogatunkowego złomu miedzi bez zanieczyszczenia organicznego, za BAT uważa się piec płomienny, piec trzonowy szybowy i technologię Contimelt wraz z odpowiednimi systemami zbierania gazu i ograniczania emisji.

3.4.2.3 Pierwotny i wtórny proces konwertorowy

Proces konwertorowy, który można stosować dla tych pieców jest dowolną z technik wymienionych jako techniki, które należy wziąć pod uwagę. W przypadku konwertorów eksploatowanych wsadowo takich jak konwertory Peirce-Smitha (lub podobne), należy je używać z całkowitą obudową lub efektywnymi podstawowymi i wtórnymi systemami zbierania oparów.

Cel ten można osiągnąć przez zastosowanie systemu inteligentnego sterowania automatycznym zbieraniem emisji pyłów tylko w czasie ich wystąpienia w cyklu, bez niepotrzebnego zużycia energii w przypadku ciągłej pracy. Przykład przedstawiony jest na rysunku 3.13. Cykl dmuchania w konwertorze i system zbierania spalin powinny być sterowane automatycznie w celu zapobieżenia dmuchania podczas wytaczania konwertora. Jeżeli to możliwe, to należy dodatki materiałów wprowadzać przez kołpak lub dysze. Taki układ zapewnia potencjalnie wyższą elastyczność, umożliwia użycie surowców pierwotnych i wtórnych oraz wykorzystanie ciepła wytwarzanego w procesie przetwarzania kamienia dla ogrzewania złomu.

Piec do wytapiania typu ISA można obsługiwać w sposób okresowy. Wytop wykonywany na pierwszym stopniu, po którym następuje przerób kamienia na miedź konwertorową lub po wytopie wtórnym w warunkach redukujących, dla utlenienia żelaza i usunięcia cynku lub cyny na drugim stopniu, uważany jest również za BAT.

Stosowana technika	Surowce	Techniki ograniczania emisji	Uwagi
Piec szybowy	Materiał tlenkowy	Dopalanie, chłodzenie* i oczyszczanie** gazu (filtr tkaninowy)	Wysoka wydajność energetyczna. Wydajność zwykle 150 – 250 t/d.
Mini piec do wytapiania (Całkowicie obudowany)	Wtórne, zawierające Fe, Pb i Sn	Chłodzenie i oczyszczanie gazów (filtr tkaninowy)	Zintegrowany z procesem wtórnym TBRC.
TBRC (całkowicie obudowany)	Wtórne, zawierające Sn i Pb (z wyjątkiem bardzo niskiego gatunku)	Dopalanie, chłodzenie i oczyszczanie gazów**	Stopień konwertora – Peirce-Smitha (podstawowe i wtórne zbieranie oparów). Wydajność wytapiania do 25 t/h
Piec ISA (nie sprawdzone dla materiału niższego gatunku w warunkach redukujących).	Wtórne (większość gatunków)	Chłodzenie* i czyszczenie** gazów.	Stopień konwertora – Peirce-Smitha (podstawowe i wtórne zbieranie oparów). Wydajność dla materiałów siarczkowych ~40000 t/r
Piec trzonowy szybowy	Wtórne (wyższych gatunków). Miedź konwertorowa, miedź czarna.	Dopalanie, chłodzenie i oczyszczania gazów (filtr tkaninowy)**	Używany do topienia i rafinacji ogniowej.
Contimelt	Wtórne (wyższych	Dopalanie (piec	Używany do topienia

	gatunków). Miedź konwertorowa.	redukcyjny), WHB i oczyszczanie (filtr tkaninowy)**	i rafinacji ogniowej.
Konwertor typu Peirce-Smitha (lub podobny)	Złom stopów miedzi, miedź czarna z pieca szybowego.	Chłodzenie i oczyszczanie gazów** (filtr tkaninowy).	Zdolność do odprowadzania oparów innych metali. Wydajność 15 – 35 ton/wsad.
Uwaga: *) W przypadku, gdy temperatura będzie na wystarczająco wysokim poziomie, można rozważyć odzysk ciepła; w celu wykonywania oczyszczenia za pomocą filtrów tkaninowych, wymagane jest dalsze schłodzenie. **) Gazy odlotowe, w niektórych cyklach produkcyjnych, mogą zawierać dwutlenek siarki; gazy takie można wtedy oczyszczać w płuczce wieżowej lub w instalacji kwasowej.			

Tabela 3.36: Piece do wytapiania miedzi wtórnej uważane za BAT

3.4.2.4 Inne technologie i stopnie technologii

Stosowanie przedstawionej wyżej metodologii dla innych etapów przetwarzania prowadzi do poniższych konkluzji.

Innymi technologiami uważanymi za najlepsze dostępne techniki BAT są:

- Osuszanie koncentratu, itd. w bębnie o opalaniu bezpośrednim i suszarkach pneumatycznych, w złożu fluidalnym i w suszarkach parowych.
- Oczyszczanie żużłu przez oczyszczanie go w piecu elektrycznym, przewał, kruszenie/rozdrabnianie oraz flotację.
- Rafinacja ogniowa w obrotowych lub w przechyłnych piecach płomiennych. Odlewanie anodowe we wstępnie ukształtowanych wlewnicach lub w urządzeniu do ciągłego odlewania.
- Rafinacja elektrolityczna miedzi za pomocą optymalnej konwencjonalnej lub zmechanizowanej technologii stałej katody.
- Dla rud tlenkowych i niskiego gatunku, rud siarczkowych miedzi złożonych i wolnych od metali szlachetnych, za BAT uważane są technologie hydro-metalurgiczne przedstawione w punkcie 3.1.1.2. Nowo powstające techniki.
- Technologie produkcji walcówki, półwyrobów itd. za pomocą procesu Southwire, Contirod, Properzi i Secor, Upcast, formowania zanurzeniowego, odlewania ciągłego i podobnych technologii tworzą bazę BAT dla produkcji tych metali, pod warunkiem uzyskiwania wysokich standardów ograniczania emisji.
- Technologie produkcji wlewków, cyny, itd. przedstawione jako techniki, które należy wziąć pod uwagę, tworzą podstawę BAT dla produkcji tych materiałów, pod warunkiem osiągnięcia wysokich standardów ograniczania emisji.

Zastosowanie określonej techniki zależy od surowców i innych urządzeń dostępnych w lub w pobliżu instalacji.

3.4.3 Zbieranie i ograniczanie gazów

Najlepszymi dostępnymi technikami dla systemów oczyszczania gazów i oparów są te, w których wykorzystywane jest chłodzenie i odzyskiwanie ciepła przed oczyszczeniem, jeżeli jest to możliwe. Można tu stosować filtry tkaninowe, w których zastosowano nowoczesne wysokowydajne materiały we właściwie zaprojektowanej i utrzymywanej konstrukcji. Charakteryzują się one układami wykrywania pęknięć worka i bezpośrednimi metodami czyszczenia worków. Oczyszczanie gazu dla etapu rafinacji ogniowej może obejmować etap usuwania dwutlenku siarki i/lub dopalanie, jeżeli uznane to zostanie za konieczne dla uniknięcia lokalnych, regionalnych lub dalekosiężnych problemów dotyczących jakości powietrza.

Systemy zbierania oparów oparte są na najlepszych praktycznych rozwiązaniach przedstawionych w technikach scharakteryzowanych we wcześniejszej części niniejszego rozdziału i w punkcie 2.7. Wytwarzanie oparów z surowców wtórnych można zminimalizować przez dobranie pieca i systemów ograniczania zanieczyszczeń. Niektóre surowce zanieczyszczone są materiałem organicznym i w celu zminimalizowania wytwarzania oparów mogą być wstępnie przetwarzane przez wytapianiem.

W stosowanych systemach zbierania oparów mogą być wykorzystywane systemy uszczelniania pieców, które można zaprojektować dla utrzymywania odpowiedniego podciśnienia w celu uniknięcia wycieków i niezorganizowanych emisji. Należy stosować systemy podtrzymujące uszczelnienie pieca lub systemy, w których stosowane są kołpaki. Przykładami są tu dodatki materiałów wprowadzane przez kołpaki, dodatki wprowadzane przez dysze lub lance oraz zastosowanie wydajnych zaworów obrotowych w układach zasilających (wsadowych).

Etap technologiczny	Składniki w gazach odlotowych	Opcja ograniczania emisji
Obsługa i transport surowców.	Pył i metale.	Właściwe przechowywanie, transport i przesyłanie. Zbieranie pyłu i filtr tkaninowy.
Wstępne obróbka cieplna surowców.	Pył i metale. Materiał organiczny* i tlenek węgla.	Właściwa obróbka wstępna. Zbieranie gazu i filtr tkaninowy. Prowadzenie procesu, dopalanie i właściwe chłodzenie gazu.
Wytapianie pierwotne	Pyły i metale. Dwutlenek siarki. Hg	Prowadzenie procesu i zbieranie gazu, oczyszczanie gazu, po którym następuje chłodzenie/oczyszczanie końcowe i instalacja kwasu siarkowego lub odzyskiwanie dwutlenku siarki (po którym zwykle występuje instalacja kwasu siarkowego). W przypadku wysokiej zawartości we wsadzie: usuwanie po oczyszczeniu gazu z SO ₂ .
Wytapianie wtórne.	Pył i metale. Materiał organiczny* i	Prowadzenie procesu i zbieranie gazu, chłodzenie i oczyszczanie gazów za pomocą filtra tkaninowego. Prowadzenie procesu, dopalanie w razie potrzeby i właściwe chłodzenie gazu.

	tlenek węgla. Dwutlenek siarki. **	Płukanie, w razie potrzeby (w skruberze).
Podstawowy proces konwertorowy	Pyły i metale. Dwutlenek siarki.	Prowadzenie procesu i zbieranie gazu, oczyszczenie gazu, po którym występuje instalacja kwasu siarkowego.
Wtórny proces konwertorowy	Pył i opary lub związki metali. Materiał organiczny.* Tlenek węgla. *** Dwutlenek siarki. **	Prowadzenie procesu i zbieranie gazu, chłodzenie i czyszczenie za pomocą filtra tkaninowego. Prowadzenie procesu, dopalanie, jeżeli będzie konieczne i właściwe chłodzenie gazów. Przemywanie w razie potrzeby.
Rafinacja ogniowa	Pył i metale. Materiał organiczny. * Tlenek węgla.**** Dwutlenek siarki. **	Prowadzenie procesu i zbieranie gazu, chłodzenie i oczyszczanie gazów za pomocą filtra tkaninowego lub płuczki wieżowej. Obsługa technologiczna, dopalanie (podczas żerdziowania w razie potrzeby) i właściwe chłodzenie gazu. Przemywanie, w razie potrzeby.
Topienie i odlewanie.	Pyły i metale. Materiał organiczny.* Tlenek węgla.	Prowadzenie procesu i zbieranie gazu, chłodzenie i oczyszczanie gazów za pomocą filtra tkaninowego. Prowadzenie procesu, dopalanie w razie potrzeby i właściwe chłodzenie gazów.
Odlewanie anod i granulacja żużłu.	Para wodna.	Płuczka mokra lub eliminator mgły, w razie potrzeby
Procesy oczyszczania żużła z metalurgii ogniowej	Pył i metale. Tlenek węgla. Dwutlenek siarki.	Prowadzenie procesu i zbieranie gazu, chłodzenie i oczyszczanie za pomocą filtra tkaninowego. Dopalanie, w razie potrzeby. Obróbka dla usunięcia.
Uwaga: * Materiały organiczne obejmują lotne związki organiczne przedstawiane w postaci całkowitego węgla (bez CO) i dioksyny; dokładna zawartość zależy od użytych surowców. ** W przypadku używania surowców zawierających siarkę oraz paliw może występować dwutlenek siarki. Tlenek węgla może być produkowany w wyniku niepełnego spalania, w wyniku obecności materiału organicznego lub umyślnie dla zminimalizowania zawartości tlenu. *** Dla procesów wsadowych, CO tylko na początku dmuchania. **** CO tylko wtedy, gdy nie ma dopalania.		

Tabela 3.37: Zestawienie metod ograniczania emisji składników w gazach odlotowych

Wtórne zbieranie oparów jest drogie i zużywa dużo energii, lecz potrzebne jest w przypadku niektórych konwertorów pracujących okresowo i dla wentylacji otworów spustowych, rynien spustowych, itd. Energetycznie efektywniejsze jest zastosowanie inteligentnego systemu zdolnego do kierowania wyciągu oparów do źródła na czas trwania oparów.

W tabeli 3.37 zestawiono opcje uważane za BAT dla technologii ograniczania emisji dla składników, które mogą wystąpić w gazach odlotowych. W surowcach mogą występować różnicowania wpływające na zakres składników lub stan fizyczny niektórych składników taki jak wielkość i właściwości fizyczne wytwarzanych pyłów, które należy ocenić lokalnie.

3.4.3.1 Emisje do atmosfery odpowiadające stosowaniu BAT

Emisje do atmosfery obejmują emisje wychwycone/ograniczone z różnych źródeł oraz emisje niezorganizowane i niewychwycone, pochodzące z tych źródeł. Wynikiem zastosowania nowoczesnych, właściwie obsługiwanych systemów ograniczania emisji jest efektywne usuwanie substancji zanieczyszczających środowisko; informacje dostępne podczas sporządzania niniejszego dokumentu wskazują, że emisje niezorganizowane mogą stanowić największą część całkowitej emisji wprowadzanej do atmosfery.

- a) W przypadku miedzi pierwotnej, całkowita emisja do atmosfery pochodzi z emisji:
 - powstającej podczas odbioru, składowania, mieszania i pobierania próbek materiału;
 - z pieców do wytopienia, konwertorowych, rafinacji ogniowej i odlewania anod z odpowiednim układem przenoszenia metalu oraz systemem obsługi i oczyszczania gorących gazów;
 - z pieca do oczyszczania żużłu, z systemu granulacji żużłu i systemu transportu żużłu;
 - z sekcji chłodzenia i oczyszczenia gazu mokrego oraz z instalacji kwasu siarkowego;
 - z rafinerii miedzi elektrolitycznej.
- b) W przypadku miedzi wtórnej całkowita emisja do atmosfery pochodzi z emisji:
 - powstającej podczas odbioru, składowania, mieszania i pobierania próbek materiału;
 - z pieców do wytopienia, konwertorowych, rafinacji ogniowej i z odlewania anodowego z towarzyszącym systemem przenoszenia metalu oraz obsługi i oczyszczania gorących gazów;
 - z układu obsługi żużłu;
 - z rafinerii miedzi elektrolitycznej.
- c) W przypadku wytwarzania walcówki miedzianej, całkowita emisja do atmosfery pochodzi z emisji:
 - z pieców do wytopienia, rafinacji (jeżeli są używane) i podgrzewających ze związanym układem obsługi i oczyszczania gorących gazów;
 - z urządzeń do odlewania, walcarki walcówki i urządzeń pomocniczych.
- d) W przypadku wytwarzania półfabrykatów z miedzi i produkcji wlewków, całkowita emisja do atmosfery pochodzi z emisji:
 - powstającej podczas odbioru i składowania;
 - z pieców do wytopienia, rafinacji i podgrzewających/odlewniczych ze związanym układem obsługi i oczyszczania gorących gazów oraz z układu transportowego kadzi;
 - z urządzeń do odlewania, urządzeń produkcyjnych i urządzeń pomocniczych.

Bardzo istotne mogą być emisje niezorganizowane, które należy ocenić lokalnie. Emisje takie można przewidywać na podstawie efektywności zbierania gazów spalania i można je szacować za pomocą monitorowania (patrz pkt. 2.7).

Wychwycone emisje związane z zastosowaniem najlepszych dostępnych technik dla zebranych emisji zestawione są w poniższych tabelach.

Substancja zanieczyszczająca	Zakres odpowiadający stosowaniu BAT	Techniki, których można użyć do osiągnięcia tych poziomów	Uwagi
Strumienie gazów odlotowych bogate w SO ₂ (> 5%).	Współczynnik konwersji > 99,7%	Instalacja kwasu siarkowego z podwójnym kontaktem (Zawartość SO ₂ w gazie resztkowym zależy od stężenia SO ₂ w gazie zasilającym). Dla ostatecznego usunięcia SO ₃ może być odpowiedni eliminator mgły.	Dla zapewnienia wysokiej jakości H ₂ SO ₄ , wskutek intensywnego oczyszczania gazu przed instalacją kontaktową (płukanie mokre, mokry elektrofiltr, w razie potrzeby, usuwanie rtęci), osiągane są bardzo niskie poziomy innych substancji zanieczyszczających powietrze.
<p>Uwaga. Tylko zbierane emisje. Emisje odpowiadające BAT podane są jako średnie dzienne w oparciu o ciągłe monitorowanie w okresie pracy. W przypadkach, w których ciągłe monitorowanie nie będzie stosowane, wartość ta oznacza średnią z okresu pobierania próbek. W przypadku używanego systemu ograniczania zanieczyszczeń, przy projektowaniu systemu należy wziąć pod uwagę charakterystykę gazu i pyłu oraz właściwą temperaturę pracy, która będzie stosowana. W instalacji o wysokim, stałym zasilaniu dwutlenkiem siarki, nowoczesnym oczyszczaniu oraz chłodzeniu pośrednim gazów, osiągnięto współczynnik konwersji > 99,9%.</p>			

Tabela 3.38: Emisje do atmosfery z wytapiania pierwotnego i procesu konwertorowego odpowiadające zastosowaniu BAT w sektorze miedzi.

Ze złożonych procesów metalurgicznych używanych do produkcji miedzi, ołowiu i metali szlachetnych mogą pochodzić gazy o niższym stężeniu. Dane przedstawione są w rozdziałach dotyczących ołowiu i metali szlachetnych.

Substancja zanieczyszczająca	Zakres odpowiadający zastosowaniu BAT	Techniki, których można użyć do osiągnięcia tych poziomów	Uwagi
Mgły kwaśne	< 50 mg/Nm ³	Eliminator mgły, płuczka mokra	Eliminator mgły oraz mokra płuczka gazu umożliwia ponowne użycie zebranego kwasu
Lotne związki organiczne (VOC) lub rozpuszczalniki jako C	< 5 – 15 mg/Nm ³	Hermetyzacja, skraplacz, filtr węglowy lub biofiltr.	

Uwaga. Tylko wychwytywane emisje.
 Emisje odpowiadające stosowaniu BAT podane są jako średnie dzienne w oparciu o ciągle monitorowanie w okresie pracy. W przypadkach, w których ciągle monitorowanie nie będzie stosowane, wartość ta oznacza średnią z okresu pobierania próbek.
 W przypadku używanego systemu ograniczania zanieczyszczeń, przy projektowaniu systemu pod uwagę należy wziąć charakterystykę gazu i pyłu oraz właściwą temperaturę pracy, która będzie stosowana.

Tabela 3.39: Emisje do atmosfery z procesów hydro-metalurgicznych i elektrolitycznego otrzymywania metali przy zastosowaniu BAT w sektorze miedzi.

W procesach elektro-rafinacji nie są wytwarzane kwaśne mgły.

Substancja zanieczyszczająca	Zakres odpowiadający stosowaniu BAT	Techniki, których można użyć do osiągnięcia tych poziomów	Uwagi
Pył	1 – 5 mg/Nm ³	Filtr tkaninowy	Charakterystyka pyłów zmieniać się będzie wraz z surowcami i wpływać będzie na uzyskaną wartość. Za pomocą wysokowydajnych filtrów tkaninowych można uzyskać niskie poziomy metali ciężkich. Stężenie metali ciężkich związane jest ze stężeniem pyłów i proporcji metali w pyłach.
SO ₂	< 50 – 200 mg/Nm ³	Alkaliczna, pólucha płuczka wieżowa i filtr tkaninowy. Mokre alkaliczne lub podwójne alkaliczne płuczki wieżowe przy użyciu wapna, wodorotlenku magnezu, wodorotlenku sodu. Układ sodu lub tlenku glinu/siarczanu glinu w układzie z wapnem dla regeneracji odczynnika i tworzenia gipsu.	Na zastosowaną technikę wpływać będą potencjalne skutki oddziaływania na środowisko ze zużycia energii, wód odpadowych i pozostałości stałych wraz ze zdolnością do ponownego użycia produktów z płuczki wieżowej.
NO _x	< 100 mg/Nm ³ < 100 – 300 mg/Nm ³	Palnik z niskimi NO _x . Palnik tlenowo-paliwowy.	Wyższe wartości związane są ze wzbogaceniem tlenem dla zmniejszenia zużycia energii. W tych przypadkach, mniejsza jest objętość gazu i emisja masy.
Całkowity węgiel organiczny jako C	< 5 – 15 mg/Nm ³ < 5 – 50 mg/Nn ³	Dopalacz. Optymalne spalanie.	Wstępna obróbka wtórnego materiału dla usunięcia powłok organicznych, w razie potrzeby.

Dioksyny		Wysoko wydajny system usuwania pyłów (tj. filtr tkaninowy), oziębianie po dopalaczu.	Dostępne są inne techniki (np. adsorpcja na węglu aktywnym: filtr węglowy lub przez wdmuchiwanie wapna/węgla). Dla osiągnięcia niskich poziomów wymagane jest oczyszczanie czystego, odpylonego gazu.
<p>Uwaga. Tylko wychwytywane emisje. Emisje odpowiadające BAT podane są jako średnie dzienne w oparciu o ciągle monitorowanie w okresie pracy. W przypadkach, w których ciągle monitorowanie nie będzie stosowane, wartość ta oznacza średnią w okresie pobierania próbek. W przypadku stosowanego systemu ograniczania zanieczyszczeń, przy projektowaniu systemu należy wziąć pod uwagę charakterystykę gazu i pyłu oraz właściwą temperaturę pracy, która będzie stosowana. W przypadku SO₂ i całkowitego usuwania węgla, zróżnicowania stężenia gazu surowego w procesach okresowych mogą wpływać na efektywność systemu ograniczania emisji. Na przykład, „dmuchania” w konwertorze wytwarzać będą szczytowe stężenia gazu surowego i w konsekwencji, na odpowiadający zakres (podany w postaci średniej dziennej) wpływać będzie ilość cykli/dzień; podobny efekt można obserwować na innych stopniach procesu okresowego. Stężenia szczytowe w oczyszczanych gazach mogą być do 3 razy większe od podanego zakresu. W przypadku NO_x, zastosowanie wysoko efektywnych technologii (np. Contimelt) wymaga lokalnego ustanowienia równowagi między zużyciem energii i osiągniętą wartością.</p>			

Tabela 3.40: Emisje do atmosfery z wtórnego wytopienia i procesu konwertorowego, pierwotnej i wtórnej rafinacji ogniowej, elektrycznego oczyszczania żużlu i wytopienia odpowiadające zastosowaniu BAT w sektorze miedzi.

Substancja zanieczyszczająca	Zakres odpowiadający stosowaniu BAT	Techniki, których można użyć do osiągnięcia tych poziomów	Uwagi
Pył	1 – 5 mg/Nm ³	Filtr tkaninowy z wtryskiem wapna (dla zbierania SO ₂ /ochrony filtra).	Dla ochrony tkaniny/wychwytu drobnych cząsteczek można stosować recyrkulację pyłów. Stężenie metali ciężkich związane jest ze stężeniem pyłów oraz proporcją metali w pyłach.
SO ₂	< 500 mg/Nm ³ < 50 – 200 mg/Nm ³	Filtr tkaninowy z wtryskiem suchego wapna do chłodzonego gazu. Alkaliczna płuczka mokra dla zbierania SO ₂ z gorących gazów (z gazów suszarki po usunięciu pyłów).	Istnieją potencjalne, istotne skutki oddziaływania na środowisko przy zastosowaniu mokrych lub półsuchych systemów płukania z chłodzonym gazem.
Dioksyny	< 0.1 – 0.5 ng TEQ/Nm ³	Filtr tkaninowy z wtryskiem wapna dla ochrony filtra.	W celu osiągnięcia niskich poziomów, wymagane jest oczyszczanie czystego odpylonego gazu.

Uwaga. Tylko zbierane emisje.

Emisje odpowiadające BAT podane są jako średnie dzienne w oparciu o ciągłe monitorowanie w okresie pracy. W przypadkach, w których ciągłe monitorowanie nie będzie stosowane, wartość ta oznacza średnią z okresu pobierania próbek.

W przypadku używanego systemu ograniczania zanieczyszczeń, przy projektowaniu systemu pod uwagę należy wziąć charakterystykę gazu i pyłu oraz właściwą temperaturę pracy, która będzie stosowana.

Tabela 3.41: Emisje do atmosfery z wtórnych układów zbierania oparów i procesów osuszania odpowiadające stosowaniu BAT w sektorze miedzi

Zawartość metali w pyłe zmienia się w szerokim zakresie w zależności od procesu. Ponadto, dla podobnych pieców występują znaczne różnice w zawartościach metali wskutek używania różnych surowców i stosowania pieców do oddzielania pierwiastków o mniejszych zawartościach w celu ich zbierania i wzbogacania dla dalszego przetwarzania. Z tych względów, wyszczególnienie w niniejszym dokumencie konkretnie osiągniętych stężeń wszystkich metali emitowanych do atmosfery nie jest dokładne.

Zagadnienie to jest charakterystyczne dla określonego miejsca – w poniższej tabeli przedstawiono niektóre wskaźniki dotyczące zawartości metali w pyłach, które można spotkać lokalnie.

Metal	Pył z elektrofiltra pieca do wytapiania kamienia z koncentratu	Pył z pieca szybowego	Pył z konwertora złomu	Pył z elektrofiltra konwertora kamienia	Pył z elektrycznego pieca do oczyszczania żużłu	Pył z pieca do wytapiania anod
Pb %	0,1 – 5	5 – 40	5 – 30	2 – 25	2 – 15	2 – 20
Zn %	0,1 – 10	20 – 60	25 – 70	5 – 70	25 – 60	5 – 40
Sn %	0,1 – 1	0,2 – 5	1 – 20	0,1 – 4		
Cu %	5 – 30	2 – 12	2 – 15	10 – 25	0,5 – 2,5	15 – 25
As %	0,1 – 4					0,5 – 10
Ni %	0,1 – 1	0,1 - 1		0,1 - 1		

Tabela 3.42: Zawartość metali w niektórych pyłach pochodzących z różnych technologii produkcji miedzi.

Niektóre metale posiadają związki toksyczne, które mogą być emitowane z procesów, i które należy ograniczać w celu spełnienia szczególnych miejscowych, regionalnych lub dalekosiężnych norm z zakresu jakości powietrza. Uznaje się, że niskie stężenia metali ciężkich związane są ze stosowaniem wysokowydajnych, nowoczesnych systemów ograniczania zanieczyszczeń, takich jak membranowe filtry tkaninowe, pod warunkiem, że właściwa będzie temperatura pracy i że w projekcie uwzględnione będą charakterystyki gazów i pyłów.

3.4.4 Wody odpadowe (ścieki)

Jest to zagadnienie charakterystyczne dla określonego miejsca; istniejące systemy oczyszczania spełniają wysokie wymagania norm. Wszystkie wody odpadowe należy oczyszczać w celu usunięcia ciał stałych i olejów/smół i zaabsorbowanych gazów kwaśnych (np. dwutlenku siarki, HCl) i należy je ponownie wykorzystywać, jeżeli będzie to możliwe, lub zubożać w razie potrzeby. Źródła emisji do wody są następujące: -

- a) w przypadku miedzi pierwotnej i wtórnej, całkowite emisje do wód pochodzą z:

- systemu przeróbki i granulowania żużlu;
 - rafinerii miedzi elektrolitycznej z układem oczyszczania elektrolitu i sekcją wypłukiwania szlamu anodowego,
 - systemu oczyszczania wód odpadowych i upustów,
 - słabego kwasu siarkowego z chłodzenia i oczyszczania gazu SO₂ w układzie z oczyszczaniem wody odpadowej.
- b) w przypadku produkcji walcówki miedzi, półwyrobów i wlewków, całkowite emisje pochodzą z:
- systemu oczyszczania wód odpadowych.

Przykłady oczyszczania wód odpadowych, stosowanego w kilku technologiach, są przedstawione w części dotyczącej technik, które należy wziąć pod uwagę przy określaniu BAT, jak wyżej, a dla wód technologicznych obejmują oczyszczanie przy użyciu wodorotlenkowych oraz siarczkowych środków strącających, w zależności od zawartych metali, po którym następuje sedimentacja i, w razie potrzeby, filtrowanie. W przykładach przedstawiono stężenia dotyczące tych technologii. Efektywność dotycząca właściwego oczyszczania wód odpadowych przedstawiona jest niżej.

	Główne metale [mg/l]					
	Cu	Pb	As	Ni	Cd	Zn
Woda technologiczna lub bezpośredniego chłodzenia	< 0,1	< 0,05	< 0,01	< 0,1	< 0,05	< 0,15
Uwaga: Emisje do wody odpowiadające BAT oparte są na kwalifikowanej próbce losowej lub 24 godzinnej próbce zbiorczej. Zakres oczyszczania wód odpadowych zależy od źródła i metali zawartych w wodach odpadowych.						

Tabela 3.43: Zakres stężeń metali pochodzących z różnych strumieni wód odpadowych miedzi

3.4.5 Pozostałości technologiczne

Wykorzystanie lub recykling żużlu, szlamu i pyłu pofiltracyjnego uważa się za część procesów. Technologie produkcji w tym sektorze opracowane zostały w przemyśle dla maksymalnego ponownego użycia większości pozostałości technologicznych z urządzeń produkcyjnych oraz w celu wytwarzania wzbogacanych pozostałości zawierających pierwiastki o małej zawartości w postaci, która umożliwi ich wykorzystanie w innych technologiach produkcji metali nieżelaznych.

Źródło technologiczne	Produkt pośredni, produkt uboczny, pozostałość	Użycie końcowe
Systemy ograniczania emisji	Pyły pofiltracyjne.	Surowiec dla Cu (zawracany do pieca do wytapiania) Pb, Zn i innych metali.
	Związki rtęci	Surowiec dla Hg.
	Zużyte katalizatory i kwas.	Przemysł chemiczny.
	Szlam kwasu siarkowego	Szlam neutralny do usunięcia.

	Słaby kwas	Rozkład dla odzyskania SO ₂ , zubożenie (szlam do likwidacji), inne użycie np. środki do ługowania.
Piec do wytapiania	Żużel Wyłożenie pieca.	Do pieca do oczyszczania żużla lub innego oddzielania – wewnętrzne zawracanie do obiegu. Odzyskiwane lub usuwane.
Konwertor	Żużel	Do pieca do wytapiania – wewnętrzne zawracanie do obiegu.
Piec do oczyszczania żużlu	Żużel	Materiał ścierny i budowlany.
Piec rafinacyjny (do wytapiania anod)	Żużel	Do pieca do wytapiania – wewnętrzne zawracanie do obiegu.
Elektrolizernia	Upust elektrolitu	Sole Ni, odzyskiwanie Cu, odzyskiwanie kwasu oraz inne wykorzystanie.
Topienie/wytapianie	Zanieczyszczenia i żużel	Surowiec do odzyskiwania metalu.
Ogólne	Oleje	Odzyskiwanie olejów.
Hydro-metalurgia	Zubożony elektrolit	Ługowanie.
Produkcja półwyrobów	Roztwory kwasów do wytrawiania i przemywanie.	Usuwanie jako odpad, jeżeli mała zawartość metali nieżelaznych lub sprzedaż dla odzysku metali.
Produkcja walcówki	Roztwory kwasów do wytrawiania (jeżeli są stosowane)	Odzysk w osobnym elektrolizerze.

Tabela 3.44: Potencjalne wykorzystanie produktów pośrednich, produktów ubocznych i pozostałości z produkcji miedzi

Uzyskana ilość pozostałości i produktów ubocznych w dużym stopniu zależy od surowców, a w szczególności zawartości żelaza w materiałach pierwotnych, zawartości innych metali nieżelaznych w materiałach pierwotnych i wtórnych oraz obecności innych składników, takich jak krzemionka. Z tych względów, emisje do gruntu zależą ściśle od okolicy i są właściwe dla materiału oraz zależą od wyżej przedstawionych czynników. Dlatego też nie jest możliwe opracowanie rzeczywistej, typowej tabeli ilości odpowiadających najlepszym dostępnym technikom BAT, bez wyszczególnienia specyfikacji surowców, co można rozważać tylko lokalnie. Zasady BAT obejmują zapobieganie odpadom i minimalizację oraz ponowne wykorzystanie pozostałości, zawsze, gdy będzie to możliwe. Przegląd potencjalnego wykorzystania pozostałości z technologii stosowanych do produkcji miedzi przedstawiono w powyższej tabeli; wykaz ten nie jest wyczerpujący, a ponadto, wskutek braku odpowiednich urządzeń, niektóre opcje mogą być niedostępne.

3.4.6 Koszty związane z technikami

Dane dotyczące kosztów zostały opracowane dla wielu różnych technologii i systemów ograniczania emisji. Dane dotyczące kosztów są silnie uzależnione od określonego miejsca i zależą

od wielu czynników; podane zakresy umożliwiają dokonanie pewnych porównań. Dane te zostały przedstawione w załączniku do niniejszego dokumentu, co umożliwia dokonanie porównania kosztów technologii i systemów ograniczania emisji w całym przemyśle metali nieżelaznych.

3.5 Nowo powstające techniki

- Stwierdzone zostało [tm 137 Cu Expert Group 1999 – Grupa Ekspertów ds. Cu 1999], że w zakresie rozwoju i usprawniania technik wytapiania kąpielowego prowadzone są prace rozwojowe. W wytapianiu kąpielowym koszty instalacji są niskie wskutek potencjalnie dużych szybkości reakcji w nowoczesnych instalacjach, w połączeniu z uszczelnionymi lub półuszczelnionymi piecami. Niezawodność instalacji musi być wykazana w długim okresie czasu, a w przypadku dostępności należy sprawdzić dane pochodzące z niektórych chińskich i rosyjskich instalacji, w których wykorzystywane są piece Baiyina i Vanyucova.

Technika	Uwagi
Ciągłe wytapianie/ proces konwertorowy: Układ reaktora Noranda i pieca konwertorowego Mitsubishi.	Wyniki z przekazania do eksploatacji w 1999 r. oczekują na ocenę.
Konwertor ciągły Noranda	Wyniki z przekazania do eksploatacji oczekują na ocenę.

Tabela 3.45: Nowo powstające techniki wytapiania kąpielowego

- Wytapianie ISA dla redukcji/utleniania nie jest sprawdzone w przemyśle, lecz pojawia się.
- Pojawia się również zastosowanie technologii hydro-metalurgicznej, które są odpowiednie dla mieszanych rud tlenkowych/siarczkowych zawierających niskie stężenia metali szlachetnych. Do wspomaganie wyflukiwania można używać bakterii utleniających żelazo i siarczki. Opracowywane są niektóre technologie dla koncentratów i oczyszczania pyłów, na zasadzie wyflukiwania, np.: - ługowanie: ekstrakcja rozpuszczalnikowa: technologie elektrolitycznego otrzymywania metali (L: SX:EW) [tm 137, Cu Expert Group 1999 – Grupa Ekspertów ds. Cu 1999; tm 56, Kojo 1998].

Rozwój w innych sektorach przemysłowych można postrzegać również jako nowo powstające techniki dla technologii produkcji miedzi. Szczególne rozwiązania to: -

- Zastosowanie nowoczesnych tkanin w filtrach workowych oznacza, że efektywniejsze i mocniejsze tkaniny (i konstrukcja obudowy) mogą jednocześnie umożliwić znaczne wydłużenie żywotności worka, poprawić wydajność i zmniejszyć koszty.
- Zbieranie emisji niezorganizowanych można osiągnąć na wiele sposobów. Zastosowanie inteligentnych regulatorów przepustnic może usprawnić zbieranie oparów i zmniejszyć wielkości wentylatorów, a przez to obniżyć koszty. Dla pieców płomiennych używane są uszczelnione wózki załadownicze oraz skipy załadownicze przy piecu do wytapiania aluminium wtórnego, co znacznie zmniejsza niezorganizowaną emisję do atmosfery przez zbieranie emisji podczas ładowania.