



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

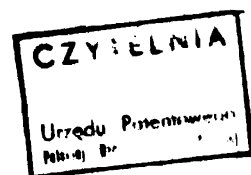
Zgłoszono: 03.02.77 P. 195779)

Pierwszeństwo: 09.02.76 Kanada

Zgłoszenie ogłoszono: 19.12.77

Opis patentowy opublikowano: 10.01.1983

Int. Cl³ C22B 7/04
C22B 15/00
C22B 1/26



Twórca wynalazku _____

Uprawniony z patentu: Noranda Mines Limited, Toronto (Kanada)

Sposób regulowania powolnego chłodzenia żużla przy wytapianiu miedzi

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób regulowania powolnego chłodzenia żużla przy wytapianiu miedzi, w celu umożliwienia odzyskiwania miedzi zawartej w żużlu na drodze dalszych operacji kruszenia, mielenia i flotacji.

Przy wytwarzaniu nieżelaznych metali za pomocą pirometalurgicznego wytapiania otrzymuje się żużle, które często zawierają znaczne ilości metali dających się odzyskiwać. Przykładami są tak zwane żużle konwertorowe, wytwarzane podczas przemiany kamienia w miedź, albo żużle otrzymywane w procesie ciągłego wytapiania i przetwarzania koncentratów w miedź, takiego jak opisany w kanadyjskim opisie patentowym nr 758020.

Jednym ze sposobów odzyskiwania miedzi i innych metali jest mielenie żużla i następnie flotacja. Sposób taki opisano np. w publikacji „Recovery of Copper From Converter Slags by Flotation”, Bureau of Mines Report of Investigations, 7562, St. Zjedn. Am. (1971). Wiadomo, że odpady o małej zawartości miedzi otrzymuje się, jeżeli przed mieleniem żużel chłodzi się powoli, ponieważ takie chłodzenie sprzyja wzrostowi lub koagulacji cząstek miedzi albo związków miedzi w żużlu.

Znane sposoby chłodzenia żużla (patrz np. T. Lukkarinen „Slow cooling and very fine grinding are essential to prepare slag for flotation”) polegają na wlewaniu stopionego żużla do wgłębień w ziemi lub do małych form, przymocowanych do łań-

2

cucha dającego się przesuwac. W przypadku wlewania do wgłębień, stopiony żużel transportuje się zwykle w odpowiednich kadziach do wgłębień, w których następuje chłodzenie. Wgłębienia mają zwykle około 7,5 m długości, 3 m szerokości i 0,6 m głębokości i mogą być wytwarzane w rozdrobnionym żwirze lub odpadowym żużlu. Każde wgłębienie o takich wymiarach zawiera około 80 ton żużla. Płynny żużel wlewa się do wgłębienia i pozostawia do ochłodzenia. Pod koniec procesu chłodzenia można nasilić chłodzenie przez natryskiwanie wodą.

Po ochłodzeniu złoża we wgłębieniu do około 128° złoża łamie się na bryły o wielkości 30 cm za pomocą zrywarki doczepionej do ciągnika albo za pomocą innego urządzenia i łamie lub miele. Jeżeli stosuje się przesuwany łańcuch, to zwykle formy przesuwają się powoli z łańcuchem, którego długość powinna być dostateczna do umożliwienia zastalenia się żużla w małych formach do takiego stanu, że można zwałować żużel w pojedynczych bryłach do zsypu i kierować do łamacza, w celu rozdrobienia na kawałki.

Sposoby te nie są jednak zadowalające, gdyż duża część żużla jest chłodzona zbyt szybko, co powoduje znaczne straty w odpadach. Poza tym, utrzymanie złóż chłodzonych i manipulowanie żużlem jest kosztowne, a żużel ulega w znacznym stopniu rozcieńczeniu przez materiał, w którym

wykopano złożę. Oprócz tego, w wilgotnej atmosferze lub przy mroźnej pogodzie, gdy w chłodzonym złożu znajduje się woda, istnieje niebezpieczeństwo wybuchu stopionego żużla w zetknięciu z wodą.

Przedmiotem wynalazku jest sposób regulowania powolnego chłodzenia żużla przy wytapianiu miedzi, zgodnie z którym żużel chłodzi się powoli, łamie na małe kawałki, po czym małe kawałki kruszy się, a pokruszony żużel miele się w urządzeniu do mielenia i zmielony żużel poddaje się flotacji.

Cechą sposobu według wynalazku, realizowanego zgodnie z pierwszym wariantem tego sposobu jest to, że stopiony żużel wlewa się do kadzi, pozostawia go do powolnego ochłodzenia i zestalenia się w kadzi do stanu, w którym wytwarza się skorupa wytrzymała wyładowanie żużla z kadzi w postaci jednej bryły, po czym wyładowany żużel pozostawia się do ochłodzenia aż do całkowitego zestalenia się środka żużla.

Zgodnie z drugim wariantem sposobu według wynalazku stopiony żużel wlewa się do kadzi, chłodzi jego powierzchnię wodą i pozostawia się żużel do powolnego ostygnięcia aż do całkowitego zestalenia się środka żużla, po czym żużel wyładowuje się z kadzi.

Przy stosowaniu sposobu według wynalazku straty miedzi, stanowiącej cenny metal nieżelazny, są nieznaczne. Stwierdzono mianowicie, że procentowa i wagowa zawartość miedzi w odpadach żużla chłodzonego w kadzi jest znacznie niższa od zawartości miedzi w odpadach żużla chłodzonego w złożach, a więc chłodzenie realizowane sposobem według wynalazku prowadzi do znacznie wydajniejszego odzyskiwania miedzi z żużla.

Chłodzenie żużla w złożu zachodzi znacznie szybciej od chłodzenia w kadziach. Szybkie chłodzenie sprawia, że cząstki kamienia i miedzi pozostają w całej masie żużla, a zatem zawartość miedzi w odpadach jest znaczna. Natomiast podczas powolnego chłodzenia w kadziach kamień i miedź ulegają przemieszczeniu do dolnej części bryły stygnącego żużla, stąd łatwo jest je oddzielić i zawrócić do konwertora.

W sposobie według wynalazku manipulacja żużlem jest znacznie łatwiejsza niż w sposobach znanych, a ponadto żużel jest mniej rozcieńczony i niebezpieczeństwo wybuchu jest o wiele mniejsze.

Wielkość kadzi nie stanowi ograniczenia dla sposobu według wynalazku i takie same wyniki metalurgiczne otrzymuje się stosując kadzie większe lub mniejsze.

Żużel pozostawia się do ochłodzenia aż temperatura jego środka wyniesie mniej niż 980°C , po czym żużel ten łamie się na małe kawałki. Korzystnie pozostawia się wyładowany żużel aż do ochłodzenia się do temperatury niższej niż 538°C tak, aby stał się on bardziej kruchy przed następnymi operacjami łamania. Wyładowany żużel po zestaleniu można też ochłodzić wodą, w celu ułatwienia łamania. Przy użyciu kadzi o pojemności 40 ton, początkowy okres chłodzenia przed wyładowaniem, aż do uzyskania skorupy 25–38 cm, trwa zwykle co najmniej 15 godzin. Wyładowany

żużel przeważnie pozostawia się do ochłodzenia w ciągu około 5 dni, aż temperatura całości żużla opadnie poniżej 538°C , po czym żużel łamie się na małe kawałki.

Zgodnie z drugim wariantem sposobu według wynalazku chłodzenie wodą korzystnie prowadzi się pokrywając wodą powierzchnię żużla w kadzi, ale można też wprost natryskiwać wodę na powierzchnię żużla w kadzi. Przy tym sposobie postępowania okres chłodzenia żużla w kadzi trwa zwykle około 24 godzin, to jest zwykle dłużej niż przy stosowaniu pierwszego wariantu procesu, jednakże w tym czasie uzyskuje się już zestalenie środka żużla, toteż po wyładowaniu żużla wymagany jest krótszy okres chłodzenia i w rezultacie łączny czas chłodzenia jest krótszy. Poza tym, dzięki chłodzeniu żużla wodą staje się on bardziej kruchy, co ułatwia łamanie i rozdrabnianie.

Wynalazek opisano poniżej w odniesieniu do korzystnych jego wariantów.

Zgodnie z wynalazkiem proces prowadzi się korzystnie w ten sposób, że żużel mający zwykle temperaturę 1205°C wlewa się do kadzi, którą przenosi się do miejsca chłodzenia. W razie potrzeby, prędkość wstępnego chłodzenia można zwiększyć stosując odpowiednie czynniki chłodzące. Gdy żużel ostygnie na tyle, że wytworzy się na nim dostatecznie mocna skorupa, wówczas wyładowuje się go z kadzi w postaci jednej bryły tak, że każdą można stosować ponownie.

Proces wyładowywania prowadzi się za pomocą urządzenia napędzanego silnikiem wysokoprężnym lub elektrycznie albo za pomocą lokomotywy. Wyładowany żużel pozostawia się do ochłodzenia i rozłamuje go, w celu przyspieszenia ostatecznego chłodzenia. Zestalony żużel można łamać gdy tylko jego środek zostanie ochłodzony do temperatury 980°C , aczkolwiek zwykle pozostawia się go aż do osiągnięcia temperatury niższej niż 538°C , gdyż wówczas łatwiej ulega łamaniu. Można też pozostawiać żużel w kadzi aż do chwili, gdy jego środek zostanie ochłodzony do temperatury poniżej 980°C i dopiero następnie wyładowywać z kadzi.

Zwykle wlewa się żużel do kadzi o pojemności 40 ton i pozostawia na okres co najmniej 15 godzin, aż do utworzenia się skorupy 25–38 cm. Następnie wyładowuje się żużel z kadzi nie rozłamując go i pozostawia na okres około 5 dni, aż do chwili, gdy materiał ochłodzi się do temperatury niższej niż 538°C . Żużel poddaje się następnie dalszej obróbce mającej na celu odzyskanie miedzi, której pierwszy etap polega na tym, że za pomocą młota udarowego łamie się żużel na kawałki o wielkości około 30 cm. Połamany żużel kruszy się przed mieleniem na kawałki o około 0,6 cm. Proces kruszenia prowadzi się za pomocą kruszarki szczękowej 90 cm $\times$ 120 cm, następnie za pomocą zwykłej kruszarki stożkowej 2,1 m, po czym przesiewa się i kruszy na walcach. W ciągu 1 godziny kruszy się około 325 ton żużla. Następnie kieruje się żużel do młyna i poddaje flotacji, w celu odzyskania miedzi.

Proces według wynalazku można też prowadzić w ten sposób, że żużel zwykle o temperaturze 1205°C wlewa się do kadzi i przenosi do miejsca,

w którym odbywa się chłodzenie. Na wierzch żużła w kadzi natryskuje się lub podaje w inny sposób wodę i pozostawia żużel do ochłodzenia aż do zasadniczego zestalenia się, co zwykle trwa około 24 godzin.

Następnie przechyla się kadź w celu wylania nadmiaru wody i przenosi kadź do miejsca, w którym odbywa się łamanie, wyładowuje żużel i łamie go na małe kawałki za pomocą kuli lub młota. Po około 10 uderzeniach większa część żużła jest rozdrobniona na kawałki o wielkości 12,7 cm. W tym procesie trzeba stosować nieco dłuższe chłodzenie w kadzi, ale ponieważ w chwili wyładowania żużła jego środek jest już zasadniczo zestalony, po wyładowaniu wystarcza krótsze chłodzenie przed rozdrabnianiem żużła. Zazwyczaj można rozdrabniać żużel po upływie około 2 godzin od wyładowania. Poza tym, chłodzenie wodą daje tę korzyść, że zwiększa kruchość żużła, nie wpływając zasadniczo na dalsze odzyskiwanie miedzi.

Ulepszenie procesu wzbogacania zilustrowano na rysunku, przedstawiającym wykres zależności zawartości próbek odpadów od rozdrobnienia żużła chłodzonego w złożach i w kadziach. Żużle chłodzone w kadziach dają odpady o mniejszej zawartości miedzi przy każdym rozdrobnieniu ziaren i zawartość ta jest w mniejszym stopniu zależna od zmian wielkości cząstek. Oznacza to, że do mielenia zużywa się mniej energii i otrzymany grubszy materiał ułatwia proces wzbogacania przez zmniejszanie zużycia stosowanego czynnika i polepszania zagęszczania i filtrowania.

Porównanie typowych operacji wzbogacania żużła chłodzonego dwoma sposobami podano w poniższym przykładzie.

Przykład. Przeprowadzono próby chłodzenia żużła w kadzi i w złożu przy wytwarzaniu kamienia. Dane porównawcze uzyskane w próbach przedstawia tablica 1.

Tablica 1

Żużel chłodzony w kadzi		
Materiał	Ilość (tony)	Zawartość miedzi (%)
Żużel mielony	3548	6,65
Otrzymany koncentrat	560,2	40,54
Odpady	2987,8	0,29
Ilość miedzi odzyskanej w koncentracie 96,33%		
Ilość miedzi utraconej/1 tonę zmielonego żużła		
2,2 kg		
Żużel chłodzony w złożu		
Żużel mielony	16430	9,06
Otrzymany koncentrat	4002,9	35,19
Odpady	12427,1	0,64
Ilość miedzi odzyskanej w koncentracie 94,65%		
Ilość miedzi utraconej/1 tonę zmielonego żużła		
4,4 kg		

Żużel badany jak podano w tablicy 1 otrzymano przy ciągłym wytapianiu i przeprowadzaniu koncentratów miedzi w wysokiej jakości kamień miedziany, sposobem opisanym w powołanym kanadyjskim opisie patentowym. Należy zauważyć, że w przypadku żużła chłodzonego w kadzi wzbogacanie i flotacja dawały koncentrat zawierający 40,54% Cu i odpady zawierające 0,29% Cu.

Tak więc w odpadach po chłodzeniu żużła w złożu pozostawało o 54,7% miedzi więcej niż w odpadach po chłodzeniu żużła w kadzi. Ilość miedzi utraconej w odpadach w przeliczeniu na 1 tonę zmielonego żużła była natomiast o 100% mniejsza w przypadku chłodzenia w kadzi. Zatem stosując sposób według wynalazku miedź odzyskuje się znacznie wydajniej i dokładniej.

Badania przeprowadzone z żużłami chłodzonymi w kadzi, otrzymanymi przy ciągłym wytapianiu i przetwarzaniu koncentratu miedzi w miedź, również wykazały, że można otrzymać lepsze odpady i koncentrat niż w przypadku żużli chłodzonych w złożu, jak to wykazano w tablicy 2.

Tablica 2

Żużel chłodzony w kadzi		
Materiał	Ilość (tony)	Zawartość miedzi (%)
Żużel mielony	2911,0	8,25
Otrzymany koncentrat	453,8	50,72
Odpady	2457,2	0,40
Ilość miedzi odzyskanej w koncentracie 95,9%		
Ilość miedzi utraconej/1 tonę zmielonego żużła		
3,02 kg		
Żużel chłodzony w złożu		
Żużel mielony	23858	9,59
Otrzymany koncentrat	4901,7	44,44
Odpady	18956,3	0,58
Ilość miedzi odzyskanej w koncentracie 95,16%		
Ilość miedzi utraconej/1 tonę zmielonego żużła		
4,12 kg		

Również w przypadku próby zilustrowanej tablicą 2 w odpadach po chłodzeniu żużła w złożu pozostało o 31% miedzi więcej niż w odpadach po chłodzeniu żużła w kadzi, a ilość miedzi utraconej w odpadach w przeliczeniu na 1 tonę zmielonego żużła była o 26,7% mniejsza w przypadku chłodzenia w kadzi.

Próby przeprowadzone w kadziach o pojemności mniejszej niż 40 ton, aż do 10 ton, dały takie same wyniki.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób regulowania powolnego chłodzenia żużła przy wytapianiu miedzi, polegający na tym, że żużel chłodzi się powoli, łamie na małe kawał-

ki, po czym małe kawałki kruszy się, a pokruszony żużel miele się w urządzeniu do mielenia i zmielony żużel poddaje się flotacji, **znamienny** tym, że stopiony żużel wlewa się do kadzi i pozostawia w niej do powolnego ochłodzenia się i zestalenia do stanu, w którym wytwarza się skorupa wytrzymująca wyładowanie z kadzi, po czym wyładowuje się żużel z kadzi w postaci jednej bryły i pozostawia do ochłodzenia się do stanu, w którym środek bryły żużla jest zestalony.

2 Sposób według zastrz. 1, **znamienny** tym, że żużel pozostawia się w kadzi aż do ochłodzenia się jego środka do temperatury poniżej 980° C.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny** tym, że wyładowany żużel przed łamaniem go na drobne kawałki pozostawia się do ochłodzenia aż do stanu, w którym temperatura jego środka wynosi poniżej 980° C.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny** tym, że kadź zawierającą żużel transportuje się do miejsca, w którym odbywa się chłodzenie.

5. Sposób według zastrz. 1 albo 2, albo 3, **znamienny** tym, że wyładowany żużel po zestaleniu chłodzi się zraszając go wodą, w celu ułatwienia kruszenia.

6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny** tym, że żużel wlewa się do kadzi o pojemności 40 ton i pozostawia do ochłodzenia na okres co najmniej 15 godzin, aż wytworzy się skorupa o grubości około

25—38 cm, a następnie wyładowuje się żużel z kadzi.

7. Sposób regulowania powolnego chłodzenia żużla przy wytapianiu miedzi, polegający na tym, że żużel chłodzi się powoli, łamie na małe kawałki, po czym małe kawałki kruszy się i pokruszony żużel miele się w urządzeniu do mielenia i zmielony żużel poddaje się flotacji, **znamienny** tym, że stopiony żużel wlewa się do kadzi, w której powierzchnię żużla chłodzi się wodą i pozostawia żużel do powolnego ostygnięcia aż do stanu, w którym środek żużla jest zestalony, po czym żużel wyładowuje się z kadzi.

8. Sposób według zastrz. 7, **znamienny** tym, że żużel pozostawia się do ochłodzenia w kadzi aż do chwili, gdy środek żużla ochłodzi się do temperatury poniżej 980° C.

9. Sposób według zastrz. 7, **znamienny** tym, że żużel pozostawia się do ochłodzenia do stanu, w którym środek żużla ochłodzi się do temperatury poniżej 980° C, po czym łamie się żużel na małe kawałki.

10. Sposób według zastrz. 7, albo 8, **znamienny** tym, że żużel chłodzi się pokrywając jego powierzchnię w kadzi wodą.

11. Sposób według zastrz. 7 albo 8, **znamienny** tym, że kadź zawierającą żużel transportuje się do miejsca, w którym odbywa się chłodzenie.