



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 09.10.73 (P. 165731)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 02.05.75

Opis patentowy opublikowano: 16.05.1977

**MKP B03d 1/00**

**Int. Cl.<sup>2</sup> B03D 1/00**

**CZYTELNIJA**

Urząd Patentowy  
Państwowy Instytut Badawczy

Twórca wynalazku: \_\_\_\_\_

Uprawniony z patentu: Earth Resources Company, Dallas (Stany Zjednoczone Ameryki)

## **Sposób wzbogacania rud oraz układ do wzbogacania rud**

**1**

Przedmiotem wynalazku jest sposób wzbogacania rud oraz układ do wzbogacania rud.

Zwłaszcza, korzystna jest obróbka sposobem według wynalazku rudy zawierającej składniki zdolne do siarczowania, które mają być oddzielone za pomocą flotacji ze skały płonnej w sposób ekonomiczny oraz z optymalną wydajnością przez doprowadzenie siarczujących substancji chemicznych do rudy w postaci papki w ilości regulowanej w celu wytworzenia optymalnego zakresu wstępnie ustalonych potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych wówczas, gdy mieszanina przechodzi przez wybrany kontrolny punkt taki, jak komórka flotacyjna.

Składniki mineralne oddzielone ze skały płonnej w rudzie za pomocą flotacji takie, jak minerały siarczowe zawierają zwykle inne składniki mineralne oddzielone w zależności od potrzeby wraz z innymi siarczami mineralnymi takimi, jak tlenki, wodorotlenki, węglany, siarczany, metale rodzime oraz połączenia tychże. Stanowią one zwykle składniki rudy zdolne do siarczowania, z którymi siarczki mogą występować w rudzie i w zależności od potrzeby są odzyskiwane z siarczami występującymi naturalnie.

Znane są sposoby wzbogacania rud przez dodawanie czynnika siarczującego takiego, jak siarczek sodu, dwusiarczek sodu lub siarczek wodoru razem z chemicznymi substancjami, środkami flokulacyjnymi itp. Czynniki siarczujące reagują co najmniej powierzchniowo z mineralnymi składnikami

**2**

zdolnymi do siarczowania miałko mielonych cząsteczek rudy, tworząc cienką lub powierzchnową powłokę na niektórych powierzchniach cząsteczek, wystarczającą do polepszenia ich zwiżalności za pomocą czynnika flotacyjnego i w ten sposób nadają się bardziej do oddzielenia w pociesie flotacji w postaci piany razem ze zwykłymi składnikami siarczowymi rudy.

Jednakże trudność polegała na tym, że składniki zdolne do siarczowania, dla których dodawano przed flotacją do mielonej rudy w postaci papki środek siarczujący, mogą zmieniać swą ilość w rudzie poddawanej obróbce oraz będą zmieniać zakres wielkości i poszczególne wystawienie na działanie powierzchniowe partii materiału poddawanemu procesowi obróbki, wskutek czego środek siarczujący może być dostarczany w zbyt małej lub też nadmiernej ilości w czasie trwania procesu. Istnieje pewne tendencje nadmiernego dodawania tego środka po prostu w celu uzyskania powierzchniowej powłoki siarczowej potrzebnej dla flotacji. Pociągałoby to jednakże za sobą znaczne straty ekonomiczne.

Zmieszanie miałów rudy z siarczującą substancją chemiczną oraz potrzeba równego rozdziału tych substancji pomiędzy miało o różnych wielkościach dla celów siarczowania wpływały również na znaczne straty odzyskiwalnych składników na skutek pewnego nadmiaru i nieodpowiedniej obróbki chemicznej, mającej na celu wywołanie optymalnie

wysokich wydajności flotacyjnych odzyskiwalnych składników występujących w rudzie.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu wzbogacania rud, który nie ma wad występujących w sposobach stosowanych dotychczas.

Dalszym celem wynalazku jest opracowanie układu do stosowania sposobu wzbogacania rud.

Cel wynalazku został osiągnięty przez to, że mierzy się zakres potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych w papce poddawanej obróbce chemicznej powstałych w czasie efektywnego działania układu i doprowadza się chemiczną substancję do papki w ilości pozwalającej na utrzymanie potencjału oksydacyjno-redukcyjnego papki w wybranym z góry zakresie.

Cel wynalazku został osiągnięty przez opracowanie układu do wzbogacania rud, który zawiera komórki flotacyjne wraz z urządzeniami do dostarczania płynącej rudy przez komórki dla oddzielenia z nich składników mineralnych, urządzenie do obróbki papki ze wzbogacającą substancją chemiczną, urządzenie do określania potencjału oksydacyjno-redukcyjnego papki oraz urządzenie do regulowania ilości wzbogacającej substancji chemicznej dostarczanej do papki w celu utrzymania wstępnie określonego zakresu potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych w komórkach.

Zgodnie z wynalazkiem ilość wzbogacającej substancji chemicznej, typowo siarczkującego czynnika dodawanego do rudy w celu polepszenia flotacji, czasami także obejmującego ilość zużytego środka flotacyjnego, jest dokładnie regulowana w czasie dostarczania substancji chemicznych do mieszaniny flotacyjnej przez odpowiednią zmianę ilości potrzebnej do utrzymania optymalnego potencjału oksydacyjno-redukcyjnego w komórce flotacyjnej. Faktycznie, ilość środka siarczkującego oraz zwykle środek flotacyjny są podawane zmiennie do rudy w postaci papki, która ma być poddawana obróbce, ze względu na potrzebę utrzymania wybranego zakresu potencjału oksydacyjno-redukcyjnego wytworzonego w komórce flotacyjnej, przy czym zakres ten jest zakresem optymalnym dla specyficznej rudy poddawanej obróbce.

Ruda, w której składnik odzyskiwany stanowi na przykład siarczek miedzi oddzielany za pomocą flotacji, zawierająca również składniki miedzi utlenionej takie, jak kuprit, malachit, lub azurit lub mieszaniny tychże, gdzie siarczek miedzi z tlenkiem miedzi, węglanem miedzi lub wodorotlenkiem miedzi stanowi naturalną mieszaninę, musi być najpierw zmielona w celu zasadniczego uwolnienia składników mineralnych w postaci drobnych cząsteczek. Niekiedy, ale w małym zakresie składnikiem odzyskiwanym może być siarczan miedzi oraz miedź rodzima, która jest zwykle zmieszana ze skałą płonna, piaskowcem oraz twardszymi minerałami.

Ruda może być na przykład zmielona w młynku do rzędu około 100 do 200 mikronów przy wielkości sita około 30 do 140 oczek według standardu USA, co wystarcza dla wywołania reakcji i uzyskania powierzchniowego pokrycia składników, nadających się do siarczkuwania błoną siarczkową utworzoną przez reakcję ze środkiem siarczkującym znanych postaci miedzi nadających się do siarczkuwania. Po-

wierzchnie cząstek w ten sposób zmienione pozwalają na zwilżanie siarczkuowo-selektywnym środkiem flotacyjnym i oddzielenie za pomocą flotacji siarczkuowych powierzchniowych składników razem z siarczkiem rodzimej miedzi.

Stwierdzono, że powierzchniowa błona w połączeniu z innymi zmiennymi składnikami mieszaniny flotacyjnej takimi, jak powietrze wprowadzane do komórki w celu wywołania flotacji, stopień reakcji składnika zdolnego do siarczkuwania oraz sam przewodzący charakter czynnika flotacyjnego, obecnie wytwarza wymierny potencjał oksydacyjno-redukcyjny, który zgodnie z niniejszym wynalazkiem jest stosowany jako wskaźnik do określenia czy mieszanina ta, wówczas gdy jest dostarczona do komórki flotacyjnej pozwoli na optymalne oddzielenie składników mineralnych za pomocą flotacji. Tak więc, potencjał oksydacyjno-redukcyjny służy jako podstawa, na bazie której reguluje się dostarczanie substancji chemicznych do rudy w postaci papki w celu osiągnięcia optymalnego oddzielenia.

W sposobie według wynalazku ruda kruszy się i następnie miele oraz sortuje. Następnie poddaje się ją obróbce za pomocą wzbogacających substancji chemicznych takich, jak czynniki flotacyjne, a gdy ruda jest mieszaniną za pomocą środka siarczkującego w celu podniesienia przez proces flotacji wartości składników nie siarczkujących występujących w rudzie, która jest mieszaniną. Te substancje chemiczne są doprowadzane zazwyczaj w optymalnej ilości jaka jest niezbędna dla flotacji całej substancji odzyskiwanej z rudy. Papka jest również poddawana obróbce za pomocą optymalnej ilości czynników flotacyjnych oraz innych wzbogacających substancji, takich jak środki flokulacyjne, środki akroflotacyjne, środki superflokujące itp. powszechnie dodawanych do rudy w trakcie przygotowywania jej do procesu flotacji, przy czym mieszanina przechodzi do komórki flotacyjnej takiej, jak komórka Maxwella. Powietrze jest również doprowadzane w regulowanej ilości do komórki i miesza się z papką w znany sposób w celu wpływu składników mineralnych.

Elektrolityczne ogniwo elektrochemiczne każdego przemysłowego typu, takiego jak standardowa komórka, zaopatrzona w elektrody kalomelowo-platynowe, jest tak umieszczone, że styka się z napowietrzoną papką za pomocą zanurzonej w niej elektrody lub pozostającej w zetknięciu z papką w wybranym punkcie odniesienia, korzystnie w pobliżu wierzchołka komórki flotacyjnej w taki sposób, że papka tworzy elektrolit komórki, którego wskaźnik EMF jest zazwyczaj mierzony w milivoltach za pomocą milivoltomierza. Zmierzony wskaźnik EMF komórki jest wskaźnikiem potencjału oksydacyjno-redukcyjnego jaki wytwarzany jest przez papkę flotacyjną, gdy płynie ona nieprzerwanie. Wytworzony w ten sposób potencjał oksydacyjno-redukcyjny, zmienia się w zależności od stanu płynącej papki. Będzie się on zmieniał w zależności od zawartości mineralnych cząsteczek, rodzaju i ilości środków wzbogacających takich, jak środki chemiczne siarczkujące lub flotacyjne stosowane z ilością powietrza oraz jednorodności mieszaniny. Inne czynniki takie,

jak temperatura mają również wpływ na wskaźnik EMF.

Wydażność flotacji została stwierdzona na podstawie szeregu prób, podczas których mierzono zmienność potencjału oksydacyjno-redukcyjnego komórki, uwzględniając wyżej wspomniane poszczególne zmienne takie, jak nieznaczne zmienienie w zależności od potrzeby ilości wzbogacających i flotacyjnych substancji chemicznych, określanie, z góry przybliżonego optymalnego odzysku składników z rudy w odniesieniu do ilości wzbogacającej substancji chemicznej oraz odnotowywanie potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych komórki wytworzonych powyżej zakresu warunków procesu.

W ten sposób, optymalna wydażność komórki flotacyjnej ze zmienną ilością wzbogacającej substancji chemicznej została określona w warunkach potencjału oksydacyjno-redukcyjnego wytworzonego w papce flotacyjnej poddawanej obróbce. Optymalny, wyraźnie określony potencjał oksydacyjno-redukcyjny do obróbki rudy będzie stwierdzony dla skutecznego działania komórki flotacyjnej przy dopuszczeniu nieznacznych poprawek dla pewnych zmienności.

Po ustaleniu warunków optymalnych dla rudy o zasadniczo stałym składzie, zgodnie z wartościami próbnymi wytworzonymi przy ustalonej ilości wzbogacających substancji chemicznych, zwykłej dostawy oraz czynnika flotacyjnego itd. możliwe jest uruchomienie całego układu wzbogacającego przy ciągłym odczytywaniu wskaźnika EMF osiąganego do pożądanego zakresu potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych niezbędnych do działania komórki flotacyjnej.

Należy stwierdzić, że wzbogacająca obróbka rudy, która zawiera od 1/2 do 1% miedzi obejmującej składniki zdolne do siarczowania wymaga podawania od 0,226 do 0,906 kG na tonę środka siarczującego takiego, jak siarczek sodowy oraz 0,0453 do 0,136 kG na tonę czynnika flotacyjnego w postaci ksantogenu w celu optymalnego usunięcia wartości miedzi z takiej rudy, w której 0,5 do 0,1% miedzi stanowi tlenek, który ma być siarczowany. Taka ruda poddawana obróbce w komórce flotacyjnej do której doprowadzane jest powietrze dla skutecznego usunięcia miedzi w postaci piany osiągnęłaby optymalny potencjał oksydacyjno-redukcyjny w papce rudy podczas zwykłej operacji komórki flotacyjnej w zakresie 125 do 160 miliwoltów, korzystnie od 135 do 155 miliwoltów w czasie przepływu papki poprzez komórkę Maxwella.

Jednakże ruda, stale przechodząca poprzez komórkę Maxwella będzie się mieniać. Wydajność komórki będzie również zmienna w zależności od zmienności podawanej rudy. Ta zmienność w rzeczywistym składzie rozdrobnionej rudy oraz ilość czynnika siarczującego faktycznie potrzebnego i ilość wymaganego czynnika flotacyjnego również się zmieniają w czasie zasilania. Zgodnie z niniejszym wynalazkiem ta zmienność wzbogacających substancji chemicznych zachodzi w ilości, która jest niezbędna do utrzymania potencjału komórek w granicach podanego zakresu, to znaczy utrzymania potencjału oksydacyjno-redukcyjnego wewnątrz komórki Maxwella w ustalonym z góry optymalnym zakresie. Gdy odczytany potencjał oksydacyjno-redukcyjny

jest niższy lub wyższy od ustalonego zakresu, wówczas zmienia się zasilanie papki rudy we wzbogacające substancje chemiczne w taki sposób, aby utrzymać potencjał oksydacyjno-redukcyjny komórki w korzystnym do przyjęcia zakresie.

Wtórne flotacje są zwykle prowadzone w poszczególnych komórkach flotacyjnych umieszczonych w szeregach takich, jak komórki Fagerrena. One również wymagają regulowanego doprowadzania wzbogacającej substancji chemicznej, zwykle zarówno czynnika siarczującego jak również flotacyjnego dostosowanego do optymalnych warunków wtórej komórki. Do nich również dodaje się wzbogacającą substancję chemiczną w takiej ilości, która pozwoliłaby na utrzymanie potencjału oksydacyjno-redukcyjnego w wybranym dla każdej wtórnej komórki zakresie.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat układu do wzbogacania rud, a fig. 2 — schemat układu, w którym zasilanie substancji chemicznej wzbogacającej rudę jest automatycznie regulowane w wybranej ilości.

Na fig. 1 rozkruszona ruda w postaci miału składająca się z około 40% ciał stałych rozkruszonych początkowo na gruboziarniste odłamki, z których około 80% o grubości 9,5 mm lub mniej wchodzi do układu linią przenośnikową 10 i przechodzi przez lej zsykowy 14 do młyna kulowego 12 gdzie jest mielona w wodzie na papkę o cząsteczkach wielkości rzędu około 100 do 200 mikronów. Papka jest w sposób ciągły wydobywana ze skrzynki zbierającej 16 za pomocą pompy 18 regulowanej gęstościomierzem 20 i przechodzi do sortownika 22, w którym wybrane cząsteczki o dużych rozmiarach są zawrócone do leja 14 linią przenośnikową 24, zaś papka zawierająca cząsteczki o odpowiedniej wielkości dla celów flotacji przechodzi linią przenośnikową przewodem 26 do skrzynki dystrybucyjnej 28. Papka jest następnie dzielona i przechodzi liniami przenośnikowymi 30 i 32 do odpowiednich komórek Maxwella 34 i 36.

Roztwór wzbogacający substancji chemicznych, który w przypadku wyżej wymienionej rudy miedzianej musiałby obejmować czynnik siarczujący, czynnik flotacyjny, czynnik flokulacyjny itp. jest dostarczany do każdej linii przenośnikowej 30 i 32 w celu obróbki papki przechodzącej przez nie, przy czym substancja chemiczna przechodząca linią przenośnikową 30 wchodzi linią przenośnikową 35, a substancja chemiczna dla linii przenośnikowej 32 wchodzi linią przenośnikową 37. Prędkość przepływu każdej substancji jest regulowana odpowiednimi zaworami 39 i 41. Powietrze jest doprowadzane w każdym zwykłym punkcie układu zaznaczonym jedynie schematycznie w punktach 38 i 40.

Podstawowe komórki oksydacyjno-redukcyjne 42, 44, którymi mogą być standardowe komórki elektrod kalmelowo-platynowych są umieszczone tuż obok wierzchołków każdej z komórek Maxwella 34 i 36 wraz z ich elektrodami zanurzonymi w papce flotacyjnej. Napięcie wyjściowe podstawowej komórki 42 jest zmierzone miliwoltomierzem 47 połączonym za pomocą przewodów 43, a napięcie wyjś-

ciowe komórki 44 jest mierzone miliwoltomierzem 49 połączonym za pomocą przewodów 45.

Ilość wzbogacającej substancji chemicznej podawana liniami przesyłkowymi 35 i 37 może być odpowiednio regulowana ręcznie za pomocą zaworów 39 i 41. Roztwór niezbędnych substancji chemicznych w ilości dostosowanej do papki flotacyjnej przesuwany jest gdy przechodzi ona liniami przesyłkowymi 30 i 32, przy czym ilość substancji chemicznych jest dostosowana w taki sposób, że wpływa do papki z szybkością pozwalającą na utrzymanie napięcia mierzonego za pomocą woltomierzy 47 i 49 na wstępnie wybranych odpowiednio stałych wartościach w granicach wstępnie wybranego wąskiego zakresu. W ten sposób, potencjał oksydacyjno-redukcyjny komórek 34 i 36 jest utrzymany w wąskim zakresie wartości przez dopasowanie dopływu wzbogacających substancji chemicznych, przy czym każdy z nich jest regulowany zaworami 39 i 41.

Flotacyjna substancja z komórek 34 i 36 Maxwella jest odprowadzana liniami przesyłkowymi 46 i 48 i przechodzi linią przesyłkową 50 do pierwszej komórki 52 z szeregu komórek Fagergrena. Na co najmniej dwóch pierwszych z nich 52 i 54 zamocowane są podobne podstawowe komórki 56 i 58, z których każda jest odpowiednio połączona przewodami 60 i 62 z miliwoltomierzami 64 i 66. Odpady są odciągane linią przesyłkową 51 poza drugą komórkę Fagergrena.

W ten sposób płynący koncentrat oddzielony w postaci piany w komórkach Maxwella przechodzi poprzez szeregi komórek 52 i 54 i w końcu opuszcza układ przez komórkę 68. Flotacyjna substancja z przewodu 50 wchodzi do pierwszej komórki 52 Fagergrena i opuszcza układ w postaci koncentratu linią przesyłkową 70 w celu dalszego zagęszczania, filtrowania, a następnie magazynowania jako wzbogacona ruda gotowa do dalszego oczyszczania. Odpady opuszczają komórkę 68 Fagergrena linią przesyłkową 72 i pozostają do dalszej dyspozycji.

Tak jak we wstępnej flotacji, dalszą obróbkę w komórkach Fagergrena regulują podstawowe komórki 56 i 58, z których każda jest umieszczona obok wierzchołka komórek 52 i 54 Fagergrena w celu mierzenia potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych w papce znajdującej się w każdej z tych komórek. Tak więc, wchodząca linią przesyłkową 50 papka wpływa do komórki Fagergrena, której potencjał oksydacyjno-redukcyjny mierzy się w miliwoltach w punkcie znajdującym się przy podstawowej komórce 56, oznaczonym jako wskaźnik EMF powyżej miliwoltomierza 64. Dodatkowa substancja wzbogacająca oraz czynnik flotacyjny są doprowadzane linią przesyłkową 50 za pomocą rury zasilającej 74 zawierającej zawór 76, przy czym dodanie substancji chemicznej nieznacznie reguluje układ w celu utrzymania optymalnego napięcia oznaczonego miliwoltomierzem 64.

Również, stosunkowo mniejsze ilości wzbogacającej substancji chemicznej są doprowadzane linią przesyłkową 78 zawierającą zawór 80, przez który dodaje się substancję chemiczną do papki flotacyjnej zanim wejdzie ona do komórki 54 Fagergrena. Zasilanie w substancję chemiczną jest regulo-

wane odpowiednio do napięcia prądu powstałego w komórce elektrolitycznej 58 umieszczonej podobnie tuż obok wierzchołka komórki 54 Fagergrena, odczytywanego na miliwoltomierzu 66. Powietrze w wymaganej ilości dopływa do komórek flotacyjnych 52 i 54 przez każdy umowny punkt 40.

W ten sposób, zarówno do podstawowych komórek flotacyjnych Maxwella jak również do wtórnych komórek flotacyjnych Fagergrena wzbogacająca substancja chemiczna jest dostarczana w ilości dokładnie regulowanej za pomocą zaworów 39, 41, 76 i 80, przy czym każdy z zaworów 39, 41, 76, 80 jest ręcznie lub automatycznie nastawiany dla doprowadzenia dostatecznej ilości substancji chemicznej, odpowiadającej potencjałowi oksydacyjno-redukcyjnemu wytworzonemu w każdej z komórek flotacyjnych zgodnie z uprzednio ustalonym zakresem wskaźnika EMF.

Układ może być w zależności od potrzeby całkowicie zautomatyzowany. Schemat urządzenia, do automatycznego sterowania układem został przedstawiony na fig. 2. Komórki 34 i 36 Maxwella, z których każda zaopatrzona jest w komórki podstawowe 42 i 44 umieszczone obok ich wierzchołków, mają odnośne wyjścia połączone przewodami 43 i 45 z miliwoltomierzami 47 i 49. Z kolei, miliwoltomierz 47 jest połączony elektrycznie za pomocą przewodu 82 z solenoidem 84 zaopatrzonym w twornik 86, który reguluje przepływ płynu zawierającego wzbogacającą substancję chemiczną poprzez zawór 39 do komórki Maxwella 34 linią przesyłkową 30.

Podobnie, miliwoltomierz 49 jest połączony przewodem 88 z solenoidem 90 zaopatrzonym w twornik 91 regulującym przepływ wzbogacającej substancji chemicznej poprzez zawór 41 do komórki Maxwella 36 linią przesyłkową 32. Zbiornik 92 zawiera mieszaninę wzbogacającej substancji chemicznej 94 o regulowanym stężeniu w celu dostarczenia jej do układu. Pompa 96 służy do pompowania płynnej substancji chemicznej 94 ze zbiornika 92 przez rurę zasilającą 98 do układu zgodnie z regulowanym ciśnieniem przepływu. Rura zasilająca 98 łączy zawór 39 oraz solenoid 84.

Regulowana ilość cieczy przechodzi przez zawór 39 dostarczając wymaganą ilość substancji chemicznej do linii przesyłkowej 30 odpowiednio do ruchu solenoidu 84 i napięcia prądu komórki 42 mierzonego miliwoltomierzem 47. Podobnie, rurą zasilającą 98 również dopływa płynna substancja chemiczna do zaworu 41 doprowadzającego do papki podążającej linią przesyłkową 32 regulowaną ilość wzbogacającej substancji chemicznej wówczas, gdy papka przechodzi do komórki Maxwella 36 odpowiednio do napięcia prądu w komórce 44. Prąd powstały w komórce 56, która znajduje się w pierwszej komórce 52 Fagergrena, mierzony miliwoltomierzem 64 steruje solenoidem 104 i zaworem 76 powodując przechodzenie substancji chemicznej liniami przesyłkowymi 74 i 106. W ten sposób zawór 76 pozwala na doprowadzanie wzbogacającej substancji chemicznej z rury zasilającej 98 do papki wchodzącej do komórki Fagergrena 52. Podobnie, zawór 80 jest sterowany za pomocą prądu i służy do regulowania ilości substancji chemicznej doprowadzanej do komórki Fagergrena 54, z linii prze-

nośnikowej 78 połączonej z rurą zasilającą 98 odpowiednio do ustawienia solenoidu 108.

Ilość substancji chemicznej podawana do każdej komórki jest automatycznie regulowana powodując przejście substancji chemicznej z rury zasilającej 98 na linię, przez którą przechodzi papka flotacyjna do odpowiednich komórek 34, 36 i 54, w zależności od odpowiednich potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych wywołanych i mierzonych w każdej z tych komórek. Substancja chemiczna jest podawana automatycznie w ilości jaka jest wymagana przez każdą komórkę flotacyjną dla utrzymania jej potencjału oksydacyjno-redukcyjnego.

Wynalazek dla lepszego zrozumienia został ponadto przedstawiony w następujących przykładach.

**Przykład I.** Osad z piasku miedzi tlenkowej mający ogólną zawartość miedzi wynoszącą 0,7% z czego liczba miedziowa wynosi około 25% siarczku miedzi, zaś resztę stanowi miedź w postaci utlenionej takiej, jak malachit, azurit lub kuprit, miele się w taki sposób, aby mógł przejść przez sito o 80 oczkach według standardu USA i przepuszcza w postaci papki zawierającej 40% ciał stałych do komórki Maxwella razem z roztworem ksantogeniano-amylo-potasowym w ilości 0,04 kg na litr, oraz 12,5% roztworu siarczku sodu. Właściwości miedzi są takie, że stosunek utlenionej miedzi do siarczków miedzi będzie się stale zmieniał w bardzo niewielkim zakresie od jednego wsadu do drugiego, z tego względu, że produkt jest wydobywany i mielony.

Roztwór siarczku sodu przechodzi do komórki Maxwella z szybkością 13,000 mililitrów na minutę razem z roztworem ksantogenianu z szybkością 13,500 mililitrów na minutę przez okres 24 godzin nie zmieniając stałego surowca zasilającego. Pod koniec tego okresu stwierdzono, że odzysk wyniósł 59% całej zawartości miedzi przy stosowaniu całkowitego zasilania w siarczek sodu w ilości 0,6 kg na tonę rudy, zaś w ksantogenian w ilości 0,1 kg na tonę.

**Przykład II.** Stosowano ten sam surowiec do produkcji jak w przykładzie I, zmieniając przy tym ilość siarczku sodu oraz roztworów ksantogenianu i jednocześnie mierząc potencjał oksydacyjno-redukcyjny komórki wówczas, gdy papka spłynęła oraz zmieniając dodawaną ilość zarówno siarczku sodu oraz roztworu ksantogenianu, wówczas gdy flotacja pianowa nastąpiła w celu utrzymania zasadniczo stałego potencjału oksydacyjno-redukcyjnego wynoszącego około 145,0 miliwoltów. Stwierdzono, że w tym samym okresie 24 godzin i przy tej samej szybkości przepływu, odzysk miedzi wyniósł 63,2% oraz, że średnie zużycie siarczku sodu wyniosło 0,535 kg na tonę, zaś ksantogenianu 0,086 kg na tonę.

**Przykład III.** Powtórzono sposób opisany w przykładzie II, przy czym potencjał oksydacyjno-redukcyjny w obydwu komórkach Maxwella i kolejnych komórkach Fagergrana był regulowany do około 155 miliwoltów przez dodawanie dostatecznych i zmiennych ilości siarczku sodu oraz roztworu ksantogenianu do każdej komórki podczas flotacji w ce-

lu utrzymania zasadniczego stałego potencjału miliwoltowego. Stwierdzono, że całkowity odzysk miedzi wyniósł 65,5% oraz całkowite zużycie siarczku sodu wyniosło 0,552 kg na tonę, zaś ksantogenianu 0,0906 kg na tonę.

**Przykład IV.** Powtórzono sposób jak w przykładzie II, regulując przy tym potencjał do 135 miliwoltów w każdej komórce, podając jednocześnie  $H_2S$  w ilości 0,145 kg na tonę rudy i ksantogenianu w ilości 0,0906 kg na tonę. Odzysk miedzi wyniósł 64,5%.

**Przykład V.** Powtórzono sposób jak w przykładzie IV, regulując jednocześnie potencjał do 140 miliwoltów w każdej komórce, dodając równocześnie NaHS w ilości 0,4 kg na tonę rudy. Odzysk miedzi wyniósł 65,5%.

Jakkolwiek niniejszy układ został opisany w odniesieniu do najbardziej pospolitych metali nieżelaznych takich, jak miedź, może on być również z powodzeniem stosowany do innych metali, zwłaszcza tych, które nadają się do oczyszczania za pomocą flotacji, a szczególnie tych minerałów, których rudy występują w postaci siarczków, czasami zmieszanych z tlenkami, wodorotlenkami, węglanami lub podobnymi. Te inne metale obejmują srebro, ołów, cynk, molibden oraz inne typowe metale zazwyczaj zdolne do koncentracji za pomocą flotacji. Sposób według niniejszego wynalazku można stosować również w odniesieniu do rud pewnych metali takich, jak mangan, kobalt, kadm również często w połączeniu z miedzią. W zależności od rodzaju wzbogacanej rudy stosuje się różne wzbogacające substancje chemiczne.

Jakkolwiek standardowa komórka, którą zwykle stanowią elektrody rtęciowo-kalmelowo-platynowe jest stosowana do oznaczania wskaźników EMF, to również każda inna podstawowa komórka elektrochemiczna, w której stosuje się papkę flotacyjną jako elektrolit, zdolna do wytwarzania dającego się łatwo mierzyć wskaźnika EMF, może służyć jako wskaźnik EMF kontrolujący przebieg procesu flotacyjnego na podstawie wytworzonego w komórce potencjału oksydacyjno-redukcyjnego. Komórki te będą w równym stopniu przydatne wówczas, gdy zostaną znormalizowane pod względem wskaźnika wydajności EMF wskazującego na optymalne działanie procesu flotacyjnego. Wzbogacające substancje chemiczne, regulowane za pomocą wskaźnika EMF są zmieniane w celu osiągnięcia optymalnego działania.

Jakkolwiek jest korzystne regulowanie dodawania czynnika siarczkującego do miedzi oraz czynnika flotacyjnego dodawanych w postaci roztworu składającego się całkowicie z wzbogacającej substancji chemicznej, możliwe jest również dodawanie wzbogacających substancji oddzielnie oraz regulowanie ilości każdej dodanej substancji również w warunkach efektywnego potencjału oksydacyjno-redukcyjnego jaki powstał w wyniku jej dodania we właściwej ilości. Ponadto, pewne czynniki flotacyjne, na przykład ksantogeniany mogą wywołać nieodłączny efekt modyfikujący na nadającą się do siarczkwania powierzchnię cząsteczek rudy w taki sposób, że gdy

czynnik siarczkujący jest dodany, niezależnie od wymienionych czynników flotacyjnych, potencjał oksydacyjno-redukcyjny jaki powstał na skutek każdego z tych czynników będzie się różnił od potencjału zazwyczaj stosowanego wówczas, gdy są one dodawane razem.

Tak więc, możliwe jest ustalenie wyjściowego regulowania na podstawie zmieszanego roztworu wzbogacającej substancji chemicznej, a wówczas dodanie największej ilości roztworu będzie wpływało na pojedynczą regulację. W przypadku, gdy dodawane są oddzielne niezależne roztwory substancji chemicznych, każdy z nich jest niezależnie regulowany w zakresie wytworzonym dla każdego dodatkowego roztworu oddzielnie.

Inne odmiany sposobu według wynalazku, które mogą zaistnieć w zależności od praktyki flotacyjnej przyjętej dla każdej rudy, w których również stosuje się potencjał oksydacyjno-redukcyjny jako podstawę do regulowania wzbogacającej substancji chemicznej, a tym samym procesu flotacji rudy, nie odbiegają od wynalazku, który został opisany przykładowo w niniejszym opisie nie ograniczając przy tym jego istoty.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wzbogacania rudy w postaci papki przez dodawanie substancji chemicznej w celu podniesienia oddzielenia składników mineralnych z papki, **znamienny tym**, że mierzy się zakres potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych w papce poddawanej obróbce chemicznej powstałych w czasie efektywnego działania układu i doprowadza chemiczną substancję do papki w ilości pozwalającej na utrzymanie potencjału oksydacyjno-redukcyjnego papki w wybranym z góry zakresie.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że określa się wstępnie zakres potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych powstałych w papce wzbogacanej rudy w stosunku do warunków wysokiej wydajności flotacyjnej zawartych w niej składników mineralnych, a następnie modyfikuje ilość wzbogacającej substancji chemicznej doprowadzanej do papki w celu utrzymania potencjału oksydacyjno-redukcyjnego papki w tym samym z góry określonym zakresie w czasie kiedy zachodzi flotacja.

3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że co najmniej część dodanej chemicznej substancji łączy się z mineralnymi składnikami rudy w postaci papki w celu podniesienia jej wydajności flotacyjnej.

4. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że stosuje się substancję chemiczną, której co najmniej część stanowi czynnik flotacyjny.

5. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że stosuje się rudę, z której co najmniej część składników mineralnych, odzyskanych przez flotację nadaje się do siarczowania oraz, że stosuje się substancję chemiczną zawierającą czynnik siarczkujący dla polepszenia oddzielania składników mineralnych z papki.

6. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że stosuje się substancję chemiczną zawierającą czyn-

nik siarczkujący stanowiący człon z grupy zawierającej siarczki wodoru, wodorosiarczki metalu alkalicznego oraz siarczki metalu alkalicznego.

7. Sposób według zastrz. 6, **znamienny tym**, że stosuje się substancję chemiczną, w której składnikiem metalu alkalicznego oraz siarczku metalu alkalicznego jest sód.

8. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że papkę przepuszcza się dla odzyskania mineralnych składników z rudy przez poszczególne szeregi komórek flotacyjnych, przy czym dla każdej z komórek ustala się z góry zakres potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych powstałych we wzbogacanej papce w stosunku do warunków wysokiej wydajności flotacyjnej mineralnych składników oraz, że wzbogacającą substancję chemiczną dostarcza się do papki każdej z komórek w ilości pozwalającej na utrzymanie w komórkach potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych w zakresie wstępnie ustalonym.

9. Sposób wzbogacania rudy miedzi składającej się z siarczku miedzi oraz innych związków miedzi nadających się do siarczowania przez dodanie do papki rudy substancji chemicznej zawierającej czynnik siarczkujący, który reaguje z innymi składnikami miedzi zdolnymi do siarczowania w celu polepszenia oddzielania składników mineralnych miedzi z papki przez flotację, **znamienny tym**, że ustala się wstępnie zakres potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych w papce wzbogacanej rudy w stosunku do warunków wysokiej wydajności flotacyjnej znajdujących się w niej składników mineralnych i następnie reguluje ilość wzbogacającej substancji chemicznej dostarczanej do papki dla ciągłego utrzymywania potencjału oksydacyjno-redukcyjnego papki w tym samym wstępnie ustalonym zakresie podczas gdy flotacja przebiega.

10. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że stosuje się substancję chemiczną, w skład której wchodzi czynnik siarczkujący wybrany z grupy zawierającej siarczki wodoru, wodorosiarczki metalu alkalicznego oraz siarczki metalu alkalicznego.

11. Sposób według zastrz. 10, **znamienny tym**, że stosuje się substancję chemiczną, w której składnikiem metalu alkalicznego lub siarczku metalu alkalicznego jest sód.

12. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że stosuje się substancję chemiczną, w której składnik siarczkujący stanowi siarczek sodu.

13. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że stosuje się substancję chemiczną zawierającą czynnik flotacyjny.

14. Sposób według zastrz. 13, **znamienny tym**, że stosuje się substancję chemiczną zawierającą czynnik flotacyjny, który stanowi ksantogenian alkilu.

15. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że papkę przepuszcza się dla odzyskania składników mineralnych z rudy miedzi przez poszczególne szeregi komórek flotacyjnych, przy czym dla każdej z komórek ustala się z góry zakres potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych, wytworzonych we wzbogacanej papce w stosunku do warunków wysokiej wydajności flotacyjnej składników mineralnych oraz, że wzbogacającą substancję chemiczną doprowadza

się do papki każdej z komórek w ilości pozwalającej na utrzymanie w komórkach potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych w zakresie z góry określonym.

16. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że papkę przepuszcza się przez szeregi komórek flotacyjnych, z których pierwsza jest komórką Maxwella i ma główny wpływ na odzyskanie składników mineralnych zaś następne komórki z szeregu są komórkami Fagergrena, w których oczyszcza się rudę z pozostałych składników, przy czym w każdej komórce mierzy się potencjał oksydacyjno-redukcyjny w papce, oraz dodaje się wzbogacającą substancję chemiczną do papki przechodzącej do każdej z komórek w ilości niezależnie zmienianej dla utrzymania wstępnie ustalonego potencjału oksydacyjno-redukcyjnego w każdej komórce.

17. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym** że, ilość wzbogacającej substancji chemicznej dodawanej do papki reguluje się ręcznie dla utrzymania potencjału oksydacyjno-redukcyjnego mierzonego w komórce flotacyjnej we wstępnie ustalonym zakresie.

18. Sposób według zastrz. 16, **znamienny tym**, że ilość wzbogacającej substancji chemicznej dodawanej do każdej komórki reguluje się automatycznie dla niezależnego dostarczenia do papki, w ilości odpowiadającej wstępnie wybranemu zakresowi potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych każdej komórki w szeregu.

19. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że stosuje się rudę miedzi, która zawiera głównie zdolne do siarczowania składniki miedzi inne niż siarczek miedzi.

20. Sposób według zastrz. 19, **znamienny tym**, że stosuje się rudę miedzi zawierającą głównie tlenki miedzi.

21. Układ do wzbogacania rud, **znamienny tym**, że zawiera komórki flotacyjne (34, 36, 52, 54) wraz z urządzeniem do dostarczania płynącej papki rudy przez komórki dla oddzielenia z niej składników mineralnych, urządzenie do obróbki papki ze wzbogacającą substancją chemiczną, urządzenie do określania potencjału oksydacyjno-redukcyjnego papki

oraz urządzenie do regulowania ilości wzbogacającej substancji chemicznej dostarczanej do papki w celu utrzymania wstępnie określonego zakresu potencjałów oksydacyjno-redukcyjnych w komórkach.

22. Układ, według zastrz. 21, **znamienny tym**, że zawiera komórki flotacyjne (34, 36) oraz podstawę komórki elektrolityczne (42, 44), przy czym komórki flotacyjne (34, 36) obejmują urządzenie do przechodzenia poprzez nie chemicznie wzbogaconej i napowietrzonej papki rudy oraz do oddzielania z niej składników mineralnych za pomocą flotacji, przy czym komórki elektrolityczne (42, 44) mają elektrody umieszczone w komórkach flotacyjnych (34, 36) i zanurzone w papce poddawanej flotacji, przy czym papka stanowi elektrolit podstawowych komórek elektrolitycznych (42, 44) oraz, że ogniwo elektrochemiczne połączone z elektrodami wskazuje potencjał oksydacyjno-redukcyjny papki, która stanowi elektrolit przechodzący poprzez wymienione komórki.

23. Układ według zastrz. 22, **znamienny tym**, że komórka flotacyjna (34, 36) zawiera urządzenie do dostarczania papki dla dodawania wzbogacającej substancji chemicznej do urządzenia prowadzącego papkę oraz w urządzenie do regulowania ilości dodawanej wzbogacającej substancji chemicznej, przy czym urządzenie do regulowania ilości odpowiada potencjałowi oksydacyjno-redukcyjnemu określanemu przez komórkę podstawową.

24. Układ według zastrz. 21, **znamienny tym**, że komórki flotacyjne (34, 36) są ułożone w szeregi i wzajemnie ze sobą połączone, co pozwala na przepływ rudy w postaci papki i oddzielenie przez flotację składników mineralnych z papki w każdej komórce, przy czym komórki (34, 36) mają urządzenia do doprowadzania wzbogacającej substancji chemicznej do papki wtedy, gdy wchodzi ona do każdej komórki, a każda z komórek (34, 36) ma miliwoltomierze (47, 49) do mierzenia i wskazywania potencjału oksydacyjno-redukcyjnego, przy czym ilość wzbogacającej substancji chemicznej dodawana do każdej komórki odpowiada mierzonemu potencjałowi oksydacyjno-redukcyjnemu powstałemu w każdej komórce.

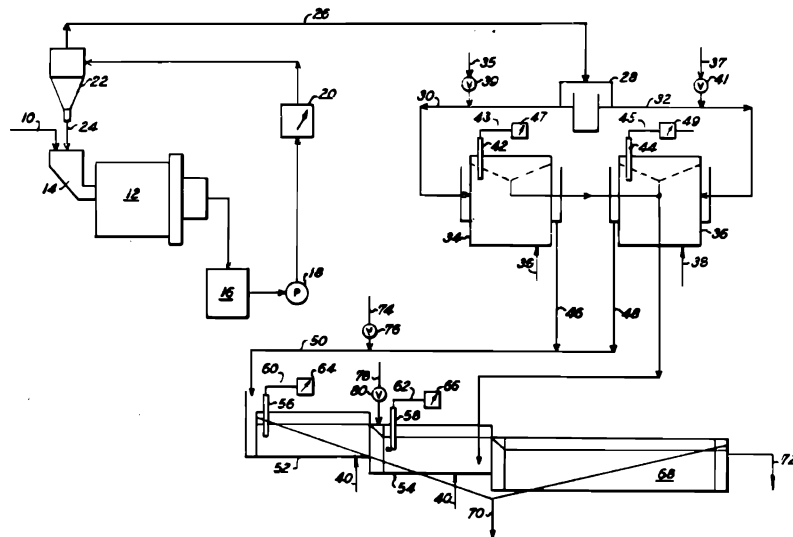


FIG. 1

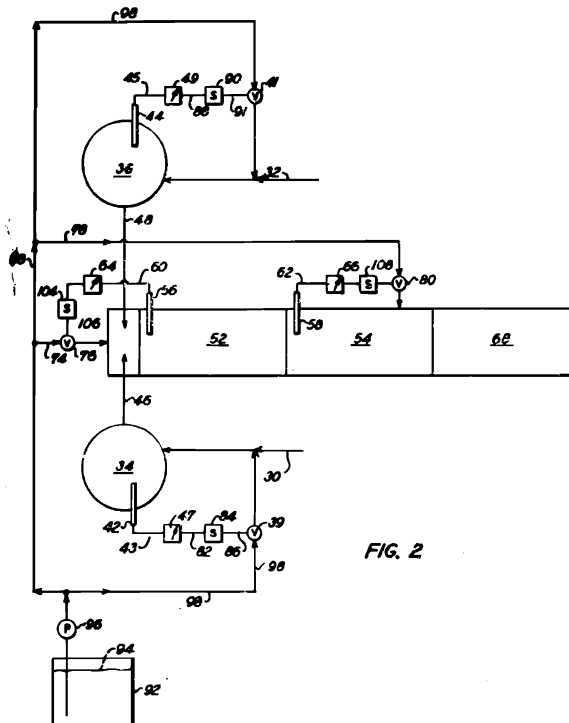


FIG. 2