

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 46950

^{18 a 1/00}
Kl. ~~42 n, 2~~
Kl. internat. C 01 g

Rudolf Nowak

Frankfurt n. Menem, Niemiecka Republika Federalna

Wilhelm Schuster

Frankfurt n. Menem, Niemiecka Republika Federalna

Max Henry Hoepli

Nowy York, Stany Zjednoczone Ameryki

Sposób uzyskiwania czystego żelaza i/lub żelaza przez chlorowanie rudy

Patent trwa od dnia 2 września 1961 r.

Pierwszeństwo: 28 września 1960 r. (Niemiecka Republika Federalna)

Wynalazek dotyczy chemicznego sposobu ekonomicznego, otrzymywania w skali technicznej czystego żelaza z rud żelaza także niskowartościowych na drodze metalurgicznego chlorowania.

Znana jest przeróbka hutnicza rud żelaza w piecach szybowych albo w piecach obrotowych na żeliwo, na drodze reakcji pośredniej lub bezpośredniej.

Sposoby prowadzone w piecach szybowych wykazują tę wadę, że redukcja i proces topienia następują w tym samym pomieszczeniu, w związku z czym obok tlenków żelaza zostają częściowo również zredukowane inne tlenki, przy czym otrzymuje się żeliwo w postaci silnie zanieczyszczonego żelaza. Fakt ten stano-

wi znowu tę wadę, że żeliwo w czasie przeróbki na żelazo lub stal trzeba poddawać kosztownym procesom oczyszczania i uszlachetniania np. świerzeniu w gruzce Thomaśa i Bessemera.

W czasie świerzenia zostają obniżone w stali nie tylko zawartość niepożądanych pierwiastków jak węgla, manganu, krzemu i fosforu, lecz utlenia się również część żelaza, które traci się w postaci brunatnego, gęstego dymu. Ten dym jest jednym z najnieprzyjemniejszych zjawisk w hutnictwie, ponieważ abstrahując od strat żelaza, zagraża czystości powietrza co stanowi poważny problem.

Pieczę obrotowe nadają się tylko do przetapiania na gąbczaste żelazo wysoko procentowych, możliwie czystych rud żelaza, abstrahując od

metody Kruppa wytwarzania żelaza gąbczastego i innych sposobów, według których otrzymuje się w końcu także nieczyste żeliwo.

Klasyczny wielki piec, który ciągle jeszcze dominuje w światowej produkcji żelaza, wymaga koksu lutniczego odpornego na ciśnienie, uderzenie i ścieranie, bogatych w żelazo rud w kawałkach i nie kruszących się i daje olbrzymie ilości gazu wielkopieczowego, którego wykorzystanie wymaga potężnych kompletów urządzeń i przewodów, abstrahując od oczyszczania gazu wielkopieczowego, z równoczesnym problemem wykorzystania szlamu z tego gazu, obiegu wody przemylowej w okolicach ubogich w wodę albo w zakładach bez dostatecznie dużych kolektorów kanalizacyjnych.

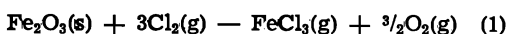
Znany jest sposób otrzymywania bezpośredniego z rud żelaza czystego żelaza z pominięciem produktu pośredniego jak żeliwa, zwłaszcza na drodze chlorowania, polegającego na oddzieleniu żelaza z rudy w postaci gazowego związku z chlorem. W większości sposobów żelazo przeprowadza się w gazowy chlorek żelazowy ($FeCl_3$) lub chlorek żelazowy ($FeCl_2$) i z tych chlorków otrzymuje się żelazo przez reakcję z tlenem lub parą wodną. W większości przypadków proponuje się stosowanie chloru i chlorowodoru w procesie kołowym.

Zasada tych sposobów wydaje się na pierwszy rzut bardzo prosta i ekonomiczna: Pierwsze propozycje podano przed około 40 laty. Mimo tego nigdzie nie otrzymuje się dużych ilości żelaza z rudy żelaznej sposobem metalurgicznego chlorowania, wielkie piece produkują w zależności od wielkości 10 — 100 t. żeliwa/godz.

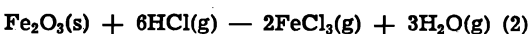
Sposoby metalurgicznego chlorowania polegają na oddzieleniu żelaza w postaci $FeCl_3$ lub $FeCl_2$ i prowadzą do Fe_2O_3 lub Fe. Sposoby te można ująć w cztery grupy:

1. Chlorowanie rudy chlorem,
2. chlorowanie rudy wodorem,
3. redukujące chlorowanie rudy węglem i chlorowodem,
4. redukujące chlorowanie rudy chlorem i węglem lub tlenkiem węgla.

W większości sposobów z grupy 1 — 3 zapotrzebowanie ciepła z powodu silnie endotermicznych reakcji



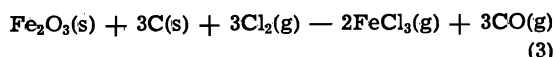
i



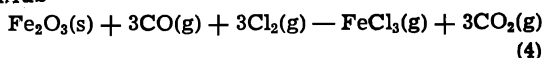
jest zbyt wielkie, a stopień przereagowania substancji zbyt mały, z powodu niekorzystnych

równowag termodynamicznych, sposoby te są nieekonomiczne.

Bardziej korzystne wydają się sposoby grupy 4 polegające na redukującym chlorowaniu za pomocą węgla lub tlenku węgla i chloru, które opierają się na reakcjach egzotermicznych



i/lub



Również te sposoby nie przyjęły się. Kombinacja redukcji i chlorowania oddziałuje mianowicie tak energicznie, że obok żelaza zostają również schlorowane inne pierwiastki złoża.

W wysokich temperaturach czasy reakcji są krótkie, tworzą się jednak tak duże ilości niepożądanych chlorków, że traci się z procesu kołowego bardzo dużo chloru elementarnego. Przy stosowaniu niższych temperatur powstają wprawdzie mniejsze ilości niepożądanych chlorków, jednak potrzebne czasy reakcji do całkowitego oddzielenia żelaza są zbyt długie. Również te sposoby są nieekonomiczne z powodu strat chloru w wyższych temperaturach i długich czasów reakcji w niższych temperaturach.

Celem niniejszego wynalazku jest opracowanie opłacalnego ekonomicznie sposobu dającego się zastosować w skali technicznej, bezpośredniego otrzymywania czystego żelaza z rud żelaza, także z rud ubogich w żelazo, na drodze metalurgicznego chlorowania z uniknięciem wad znanych sposobów hutniczych i chlorowania metalurgicznego.

Jak wiadomo, w czasie redukującego chlorowania rud żelaza powstają obok chlorku żelazowego ($FeCl_3$) również czterochlorek krzemu, chlorek glinu, czterochlorek tytanu, chlorki fosforu, siarki i innych.

Stwierdzono, że tlenek żelaza (Fe_2O_3) w temperaturach między 800—1200°C reaguje z czterochlorkiem krzemu, chlorkiem glinu, czterochlorkiem tytanu i pięciochlorkiem fosforu i z obydwojema chlorkami siarki (S_2Cl_2 , SCl_2) i z trójlchlorkiem fosforu w obecności chloru z wytworzeniem chlorku żelazowego. Powstają przy tym tlenki krzemu (SiO_2), glinu (Al_2O_3), tytanu (TiO_2) i siarki (SO_2) oraz tlenochlorek fosforu ($POCl_3$).

Reakcje przebiegają tylko w nieobecności substancji redukujących. Reakcje te są egzotermiczne, szybkości reakcji duże, a stopień przereagowania praktycznie ilościowy.

Ażeby uniknąć strat chloru powstających przy stosowaniu znanych sposobów, według wynalaz-

ku doprowadza się do reakcji w jednej przestrzeni reakcyjnej (przestrzeń redukująco-chlorująca) chlor z mieszaniną rozdrobnionej rudy i środkiem redukującym, zawierającym węgiel w temperaturze między 800—1200°C, po czym gazowe produkty reakcji razem z chlorem doprowadza się do zetknięcia z rudą w innej przestrzeni (przestrzeń utleniająco-chlorująca) — jednak w nieobecności środka redukującego — również w temperaturze 800—1200°C. Po skończonej reakcji złożę oddzielone od żelaza, odciąga się z przestrzeni redukująco-chlorującej, którą załadowuje się z rudą z przestrzeni utleniająco-chlorującej oraz środkiem redukującym zawierającym węgiel, podczas gdy do przestrzeni utleniająco-chlorującej wprowadza się świeżą rudę. Przy stosowaniu znanych sposobów występujące niepożądane chlorki zostają więc przy stosowaniu sposobu według wynalazku przeprowadzane w tlenki, przy dalszym wytwarzaniu się chlorku żelazowego. Ilość węgla doprowadzona do przestrzeni chlorowania odpowiada stechiometrycznie tlenkom żelaza i ewentualnie obecnym w rudzie fosforanom, ażeby można je było zredukować i schlorować do $FeCl_3$ i $POCl_3$. Ilość chloru wprowadzona do przestrzeni redukująco-chlorującej odpowiada stechiometrycznie zawartości żelaza w rudzie, zawartości wodoru w środku redukującym i zawartości fosforu w rudzie i środku redukującym, ażeby mogły powstawać $FeCl_3$, HCl i $POCl_3$. Należy przy tym mieć zawsze na uwadze ilość środka redukującego doprowadzanego do przestrzeni redukująco-chlorującej i ilość rudy doprowadzonej do przestrzeni utleniająco-chlorującej.

Gazowy produkt reakcji powstający w przestrzeni utleniająco-chlorującej praktycznie zawiera tylko chlorek żelazowy, dwutlenek węgla i chlorowodór. Chlorowodór powstaje z wodoru obecnego w środku redukującym. W celu otrzymania możliwie małej ilości chlorowodoru, środek redukujący musi zawierać możliwie mało wodoru. Ponieważ np. koks z wytłewania zawiera znacznie więcej wodoru aniżeli koks koksowniczy, korzystne jest ogrzewać koks z wytłewania do około 1200°C zanim zastosuje się go do chlorowania redukującego. Koks z wytłewania zostaje przy tym odgazowany, a jego zawartość wodoru znacznie się obniża. Ciepło spalania uchodzących gazów wystarczy do ogrzania, wysuszenia i odgazowania koksu z wytłewania. Odgazowanie koksu z wytłewania można przeprowadzić w związku z tym przez spalenie jego własnych składników lotnych.

Mieszaninę gazowych chlorków po opuszczeniu przestrzeni utleniająco-chlorującej oziębia się do około 320°C i uwalnia od porwanego pyłu, ażeby nie dostał się on przy dalszym ochładzaniu do wydzielającego się stałego chlorku żelazowego (Fe_2Cl_6). Z odpylonej gazowej mieszaniny wydzielą się następnie w temperaturze 110°—140°C chlorek żelazowy w postaci stałej w kondensatorze dla Fe_2Cl_6 .

Wstępne chłodzenie gazowych produktów reakcji do około 320°C po opuszczeniu przestrzeni utleniająco-chlorującej przeprowadza się korzystnie z równoczesnym odpyleniem np. w cyklonie oziębiającym. Wydzielają się przy tym ewentualnie obecne małe ilości trudnolotnych chlorków np. $MnCl_2$, $CoCl_2$, $CrCl_3$. Zawraca się je z pyłem z cyklonu oziębiającego i ze świeżą rudą do przestrzeni utleniająco-chlorującej. Odparowują one tutaj znowu tak, że między przestrzenią utleniająco-chlorującą i cyklonem oziębiającym powstaje wewnętrzny proces kołowy. Powstawanie większych ilości trudno lotnych chlorków przeciwdziałają jednak istniejące teraz w mieszaninie gazowej ciśnienia parcjalne tych chlorków. Dzięki temu unika się zanieczyszczenia chlorku żelazowego przez metale nieżelazne.

Gaz uchodzący zawierający chlorowodór i dwutlenek węgla przemywa się w absorberze wodą, przy czym zostaje zaabsorbowany HCl , podczas gdy CO_2 opuszcza urządzenie.

Kwas solny powstający w czasie przemywania elektrolizuje się, przy czym odzyskuje się chlor. Wodę z przemywania stosuje się korzystnie w procesie kołowym między elektrolizą i absorberem. Ponieważ proces absorpcji HCl jest silnie egzotermiczny a mieszanina gazu wchodzi do absorbera już w temperaturze 130°C, trzeba go ochłodzić. Jak jest samo przez się zrozumiałe, chlorowodór można przeprowadzić w chlor również na drodze chemicznej.

Stały chlorek żelazowy pochodzący z kondensatora dla Fe_2Cl_6 spala się z tlenem na tlenek żelazowy (Fe_2O_3) i chlor w temperaturze między 700—800°C. Tlen o temperaturze 800—950°C doprowadza się do zetknięcia ze stałym chlorkiem żelazowym o temperaturze około 120°C. Odparowuje on i spala się równocześnie, przy czym temperatura spalania ustala się na poziomie 700—800°C. Chlorek żelazowy można również ogrzewać do około 310°C, przy czym topi się on, a następnie spala w gorącym tlenie o temperaturze 400°C. Chlor oddziela się od tlenku żelaza i z chlorem odzyskanym przy elektrolizie HCl

zawraca z powrotem do przestrzeni redukująco-chlorującej.

Tlenek żelazowy powstający w czasie spalania redukuje się w znany sposób do czystego żelaza w przestrzeni redukującej za pomocą gazów redukujących np. za pomocą gazu generatorowego, gazu wodnego lub ziemnego, do których dodano wodór powstający w czasie elektrolizy HCl. Można go otrzymać w postaci proszku albo po redukcji można go stapiać. W czasie stapiania można dodać inne pierwiastki i otrzymać w ten sposób każdą dowolną stal, jednak wolną od niepożądanych zanieczyszczeń.

Jak wiadomo techniczne gazy redukujące zawierają najczęściej niewielką ilość gazowych związków siarki. Istnieje jednak obawa, że część rudy żelaza podczas redukcji zwiąże się z siarką, wobec czego uzyskany proszek żelaza może być jeszcze zanieczyszczony siarką. Aby tego uniknąć, przy stosowaniu sposobu według wynalazku gazy redukujące doprowadza się najpierw do zetknięcia z niewielką ilością proszku żelaza, który odciąga z gazów siarkę. Dopiero wtedy gazy stosuje się do redukowania tlenku żelazowego. Zawierający siarkę proszek żelaza pochodzący z oczyszczania gazów doprowadza się razem z koksem do przestrzeni redukująco-chlorującej, wobec czego w czasie procesu nie powstają straty żelaza.

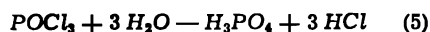
Do chlorowania zamiast stałego środka redukującego zawierającego węgiel można stosować tlenek węgla, który wprowadza się razem z chlorem do przestrzeni redukująco-chlorującej. Ilość tlenku węgla musi być tak odmierzoną, ażeby z gazowymi produktami reakcji i z chlorem, wchodził do przestrzeni utleniająco-chlorującej praktycznie tylko dwutlenek węgla.

Bardziej ekonomiczne jest stosowanie stałych środków redukujących bogatych w węgiel, ponieważ elementarny węgiel redukuje dwa razy tyle tlenku żelaza ile równoważna ilość tlenku węgla. Czysty tlenek węgla jest do tego celu zbyt drogi. Tlenek węgla występujący w gazie generatorowym, wodnym lub koksowniczym jest wprawdzie tańszy, jednak jest on tak silnie rozcieńczony CO_2 i N_2 , że zmniejsza szybkość reakcji chlorowania rudy, a oprócz tego trzeba przetłaczać duże ilości gazów obojętnych jako balast. Oprócz tego wodór i para wodna z tych gazów przemysłowych reagują w czasie chlorowania tworząc chlorowodór wskutek czego duża część chloru zostaje stracona dla chlorowania.

Do spalania chlorku żelazowego zamiast tlenu można stosować powietrze. Jednak wówczas do przestrzeni chlorującej wchodzi z chlorem po-

wstającym w czasie spalania, azot z powietrza, przez co znowu z powodu rozcieńczenia zostaje obniżona szybkość reakcji, a całkowita ilość gazu znacznie zwiększa się.

Poza tym stwierdzono, że gazowy tlenochlorek fosforu (POCl_3) w temperaturach między 110—140°C reaguje ilościowo z wodą lub parą wodną tworząc kwas fosforowy i chlorowodór:



W czasie redukującego chlorowania rudy żelaza zawierającej fosfor powstaje w przestrzeni redukująco-chlorującej oprócz chlorku żelazowego i innych chlorków gazowy trójchlorek fosforu obok małych ilości pięciochlorku fosforu. W przestrzeni utleniająco-chlorującej, chlorki te przechodzą w gazowy chlorek żelazowy i gazowy tlenochlorek fosforu.

Po ochłodzeniu i odpyleniu gazowej mieszaniny reakcyjnej po chlorowaniu i oddzieleniu stałego chlorku żelazowego, dodaje się według wynalazku do gazowej mieszaniny uchodzącej z kondensatora dla Fe_2Cl_6 — wodę lub parę. Tlenochlorek fosforu reaguje przy tym dając kwas fosforowy i chlorowodór. Kwas fosforowy powstaje w postaci mgły, którą absorbuje się w znany sposób w gorącym kwasie fosforowym.

Z pozostałego kwasu wymywa się chlorowodór powstający z wodoru środka redukującego i przy tworzeniu się H_3PO_4 , za pomocą wody lub rozcieńczonego kwasu solnego.

Dzięki otrzymywaniu kwasu fosforowego w sposobie według wynalazku ekonomiczność procesu zostaje znacznie polepszona. Z tego względu korzystne jest przy otrzymywaniu żelaza dodawać do rudy żelaza ubogiej względnie nie zawierającej fosforu substancje zawierające fosfor, np. fosfaty z Florydy lub Marokka, zawierające około 14,5% fosforu.

Nieuniknione są straty małych ilości chloru, który zostaje zatrzymany mechanicznie lub chemicznie w złożu i z nim zostaje wyprowadzony z przestrzeni redukująco-chlorującej.

Według wynalazku straty chloru uzupełnia się w ten sposób, że chlor otrzymany na drodze elektrolizy chlorków alkalicznych wprowadza się razem z chlorem otrzymanym przy paleniu Fe_2Cl_6 i przy elektrolizie HCl, do przestrzeni redukująco-chlorującej.

Wodór powstający w czasie elektrolizy chlorku alkalicznego jak też wodór z elektrolizy HCl miesza się z gazem redukującym, który stosuje się do redukcji tlenku żelazowego. Oprócz chloru i wodoru powstaje w czasie elektrolizy alkaliów również wodorotlenek alkaliczny. Można

go otrzymać i sprzedawać jako produkt uboczny, albo zastosować w ramach procesu wzbogacania wartościowych metali ciężkich ze złoża i regenerować przy tym do chlorku alkalicznego. Osiąga się to przez przemycanie złoża rozcieńczonym roztworem wodorotlenku alkalicznego pochodzącego z elektrolizy, przy czym powstaje alkaliczny roztwór wszystkich chlorków złoża. Roztwór ten traktuje się CO_2 lub gazem odlotowym z absorbera HCl , który zawiera znaczne ilości CO_2 . Dwutlenek węgla reaguje z chlorkami w roztworze alkalicznym, przy czym wytrąca się osad węglanów, zawierający wszystkie metale, które obecne były w złożu w postaci trudno lotnych chlorków (np. Mn , Ni , Cr). Po oddzieleniu osadu roztwór zawiera tylko chlorek alkaliczny, który zawraca się do elektrolizy. Z osadu węglanów można ewentualnie otrzymywać wartościowe metale nieżelazne.

Zapotrzebowanie energii elektrycznej koniecznej do elektrolitycznego otrzymywania chloru można całkowicie pokryć z ciepła odpadowego. Z tego względu ciepło otrzymane przy chlorowaniu rudy, przy spalaniu chlorku żelazowego, przy absorpcji HCl i przez oziębianie gazowych produktów reakcji po chlorowaniu rudy, złoża, chloru i gazów odlotowych z procesu redukcji tlenku żelaza, przemieni się w energię elektryczną, którą stosuje się przy elektrolitycznym otrzymywaniu chloru.

W sposobie według wynalazku zmielony koks ogrzewa się i suszy za pomocą gorącego azotu, a zmieloną rudę — za pomocą gorących gazów spalinowych. Mieszaninę zmielonej rudy i koksu traktuje chlorem, a samą zmieloną rudę mieszaniną gazowych chlorków, azot ogrzewa się na gorącym złożu, a rozpylony tlenek żelaza redukuje do żelaza za pomocą gazów. Do tego rodzaju pieców można stosować najróżniejsze znane urządzenia jak proste zbiorniki, piece obrotowe lub wieże fluidyzacyjne.

Znane są urządzenia składające się z kilku zbiorników zawierających substancję stałą, przez którą przepływa gaz. Substancja stała zostaje przy tym przetransportowana metodą kaskadową z pierwszego do ostatniego zbiornika, a gaz z ostatniego do pierwszego. Sposoby te są kłopotliwe, a urządzenia w porównaniu z ich wymiarami mają stosunkowo niską przepustowość. Oprócz tego szybkość przepływu gazów w zbiornikach nie może przekroczyć pewnej wartości, ponieważ w przeciwnym razie zostałyby porwane w bardzo dużych ilościach cząstki substancji stałej.

Również w piecach obrotowych, w których doprowadza się do zetknięcia w przeciwnym kierunku substancję stałą z gazami, szybkość przepływu gazów nie może być tak wielka, ażeby nastąpiło porywanie dużej ilości pyłu. Jeżeli np. w procesie chemicznym (np. przy redukcji rudy) albo w procesie fizycznym (np. przy suszeniu lub ogrzewaniu drobno zmielonej substancji stałej) potrzeba stosunkowo dużo gazu do obróbki substancji stałej, wówczas piec obrotowy musi posiadać bardzo duży prześwit, ażeby szybkość przepływu gazu była dostatecznie mała.

Przy doprowadzeniu ciepła w procesach endotermicznych lub przy otrzymywaniu ciepła w reakcjach egzotermicznych występuje zła wymiana ciepła w zbiornikach i piecach obrotowych. Straty ciepła są przy tym duże, ponieważ potrzebne czasy przebywania substancji stałych w tych urządzeniach są długie.

Wielostopniowe sposoby fluidyzacyjne pozwalają wprowadzić na doskonałą wymianę ciepła między gazem i substancją stałą, jednak wieże fluidyzacyjne (składające się z wielu pólek fluidyzacyjnych) muszą wykazywać duży prześwit, ażeby nie mogły unieść substancji stałej. Najdrobniejszy pył jest jednak zawsze unoszony przez gaz co może prowadzić do zatykania się pólek przepływowych.

W poniżej opisanym sposobie zawartość najdrobniejszego pyłu w substancjach stałych musi być możliwie mała, ażeby nie powstawały duże straty na skutek pylenia i żeby nie były potrzebne kosztowne urządzenia odpylające.

Według wynalazku unika się wymienionych wad i znacznie polepsza ekonomiczność procesu, jeżeli w sposób ciągły doprowadza się gazy do zetknięcia, na zasadzie przeciwnieprądu w baterii cyklonów znanego rodzaju, z rozdrobnionym na pył koksem, rudą i tlenkiem żelaza, jak też ze złożem i energicznie miesza. Mieszaniny można szybko ogrzać lub schłodzić, wymiana ciepła między pyłem i gazem jest doskonała, a straty cieplne są bardzo małe. Szybkości reakcji są bardzo duże i w związku z tym czasy reakcji są bardzo krótkie. Przy dość małych urządzeniach osiąga się bardzo dużą przepustowość.

Zasada baterii cyklonów polega na tym, że kilka cyklonów (odpylacze odśrodkowe) stosuje się jako komory reakcyjne i w taki sposób łączy ze sobą, że w całym urządzeniu przebiegają procesy chemiczne i fizyczne na zasadzie przeciwnieprądu, a równocześnie w poszczególnych cyklonach następuje rozdzielanie.

Baterie cyklonów stosuje się w przemyśle cementowym, w celu ogrzania pyłu marglowego przy wypalaniu klinkru za pomocą gorących gazów spalinowych. Poszczególne cyklony składają się z ceramicznej wymurówki z blaszonym płaszczem. Również do kalcynowania tlenku glinu proponowano już stosować baterie cyklonów. Poza tym pojedyncze cyklony stosuje się jako komory reakcyjne jak np. znane palniki cyklonowe, które posiadają wewnątrz wykładzinę odporną na wysokie temperatury, która otoczona jest płaszczem składającym się z rur chłodzących, przy czym płaszcz izolowany jest cieplnie na zewnątrz i otulony jest blachą.

W sposobie według wynalazku baterie cyklonów składają się z kilku cyklonów, których liczba jak to jest samo przez się zrozumiałe, zależy od szybkości reakcji, a więc od temperatury, wielkości ziarna i innych czynników.

Do redukującego i utleniającego chlorowania, które przebiega egzotermicznie buduje się cyklony o podwójnych ścianach, albo otoczone rurami i od zewnątrz warstwą izolującą cieplnie. Przez płaszcz podwójny lub rury przepuszcza się wodę lub parę, które pochłaniają ciepło uwalniające się w czasie chemicznych reakcji. W celu ochrony przed wysoką temperaturą i chemiczną korozją przez chlor i chlorki powierzchnie wewnętrzne cyklonów zaopatruje się w wykładziny odporne na gorąco, akumulujące ciepło i odporne chemicznie. Jak jest samo przez się zrozumiałe również przewody rurowe między cyklonami chroni się analogicznie przed wysoką temperaturą i korozją chemiczną, osłania się podwójnymi płaszczami lub rurami i izoluje cieplnie.

Ażeby ewentualnie przedłużyć czas przebywania mieszanin w urządzeniu bez znacznego zwiększania ilości cyklonów w budowie się do przewodów między cyklonami, którymi prowadzi się mieszaniny, komory fluidyzacyjne, w których w zależności od prześwitu i długości tych komór przebywają przez pewien czas mieszaniny reakcyjne zanim dojdą do następnego cyklonu i tam zostaną rozdzielone.

Jak już wspomniano baterie cyklonów stosuje się również do redukcji tlenku żelaza i do ogrzewania azotu z pyłem złoża. Izoluje się je cieplnie, ażeby straty ciepła były możliwie małe.

Sposób działania baterii cyklonów według wynalazku w celu lepszego zrozumienia przedstawiono na fig. 1. Do lewego końca baterii cyklonów wprowadza się świeży chlor, a do prawego końca mieszaninę pyłu koksowego i pyłu z rudy.

Przed każdym poszczególnym cyklonem miesza się pył z gazem, i wprowadza do cyklonu, w którym oddzielają się one od siebie i opuszczają cyklon w przeciwnych kierunkach. Z powodu przeciwprądu i wielkiej, wysoko aktywnej powierzchni drobnego pyłu doskonałej wymiany ciepłej między gazami fluidyzacyjnymi i substancjami stałymi w postaci pyłu z jednej strony oraz z powodu bardzo dobrej wymiany ciepłej między tymi mieszaninami w stanie fluidalnymi i na ścianach cyklonu z drugiej strony oraz z powodu praktycznie całkowitego termicznego zamknięcia urządzenia na zewnątrz w procesach według wynalazku jest bardzo wysoka zarówno przemiana substancji jak też współczynnik wymiany ciepłej.

Przykład I. Fig. 2 przedstawia schematycznie zasadę urządzenia do stosowania sposobu według wynalazku. Urządzenie (50 ton czystego żelaza/godzinę) składa się zasadniczo z następujących części:

1. Urządzenie do rozdrabniania koksu.
2. Urządzenie do suszenia rozdrobnionego koksu (280°C).
3. Urządzenie do rozdrabniania rudy żelaza.
4. Urządzenie do suszenia rozdrobnionej rudy (800°C).
5. Cyklon dla suszących gazów odlotowych z suszenia (izolowany cieplnie).
6. Płuczka dla suszących gazów odlotowych z suszenia.
7. Przestrzeń redukująco-chlorująca (800°C).
8. Przestrzeń utleniająco-chlorująca (800°C).
9. Przewód rurowy dla gazowych produktów reakcji, o temperaturze 800°C, po chlorowaniu.
10. Cyklon oziębiający gazowe produkty reakcji o temperaturze 800°C po chlorowaniu.
11. Przewód rurowy dla gazowych produktów reakcji o temperaturze 320°C po chlorowaniu.
12. Filtr dla gazu gorącego (320°C).
13. Kondensator Fe_2Cl_6 (120°C).
14. Reaktor $H_2 - PO_4$ (140°C).
15. Absorber HCl .
16. Elektroliza HCl .
17. Urządzenie do rozkładania powietrza.
18. Urządzenie do spalania Fe_2Cl_6 (730°C).
19. Przewód rurowy dla Fe_2O_3 o temperaturze 730°C.
20. Przestrzeń redukująca (1000°C).
21. Cyklon oziębiający do chłodzenia gorącego Cl_2 i wydzielania Fe_2O_3 .

22. Filtr dla drobnego pyłu do rozdzielania $Fe_2O_3 - Cl_2$ (30°C).
23. Przewód rurowy do zwracania chloru.
24. Przewód do przenoszenia gorącego złoża (280°C).
25. Podgrzewacz azotu (280°C).
26. Przewód dla zimnego azotu.
27. Chłodnica dla gorącego złoża.
28. Przewód dla azotu o temperaturze (280°C).
29. Elektroliza $NaCl$.
30. Przewód dla chloru otrzymanego elektrolitycznie.
31. Gazogenerator.
32. Przewód dla wodoru z elektrolizy $NaCl$.
33. Przewód dla wodoru z elektrolizy HCl i $NaCl$.
34. Połączenie między gazogeneratorem i przestrzenią redukującą.
35. Cyklon oziębiający dla gazu odlotowego o temperaturze 1000°C z redukcją Fe_2O_3 .
36. Przewód dla zimnego gazu odlotowego z redukcji Fe_2O_3 .
37. Płuczka dla zimnego gazu odlotowego z redukcji Fe_2O_3 .
38. Piec do topienia czystego żelaza (1600°C).
39. Podgrzewacz tlenu (860°C).

Za pomocą przykładu tego urządzenia produkującego 50 ton czystego żelaza (godzinę) przedstawiono otrzymywanie 1 tony żelaza sposobem według wynalazku.

Skład rudy żelaza.

Fe	30,0%	Al_2O_3	0,0%
Mn	0,2%	CaO	4,0%
P	0,5%	MgO	2,0%
Sio	25,0%	H_2O	10,0%

Jako środek redukujący stosuje się koks z wylewania węgla brunatnego o składzie:

C	61%	S	1%
H_2O	20%	H	2%
popiół	15%	O + N	1%

285 kg koksu z wylewania węgla brunatnego rozdrabnia się w urządzeniu 1 do wielkości ziarna maksymalnie 0,05 mm i suszy w przeciwnym kierunku w urządzeniu 2 do suszenia za pomocą idącego przez przewód 28 gorącego azotu o temperaturze 280°C.

3 333 kg rudy żelaza również rozdrabnia się w urządzeniu 3 do rozdrabniania do wielkości ziarna maksymalnie 0,05 mm, suszy w urządzeniu 4 do suszenia za pomocą palnika olejowego i ogrzewa do 800°C. Gazy odlotowe z suszenia z urządzeń 2 i 4 odpływa się w izolowanym cieplnie cyklonie 5 i przemywa w płucz-

ce 6 tak, że opuszczają one urządzenie w stanie wolnym od pyłu.

Pył koksowy o temperaturze 280°C z urządzenia 2 do suszenia oraz mieszanina pyłu z koksu i rudy z cyklonu 5 przechodzą do przestrzeni 7' redukująco-chlorującej. Pochodzący z cyklonu oziębiającego 10 wydzielony pył wprowadza się razem z pyłem rudy o temperaturze 800°C do przestrzeni 8 utleniająco-chlorującej. Pył rudy zostaje przeniesiony z przestrzeni 8 do przestrzeni 7, gdzie miesza się on z pyłem z koksu. Z przestrzeni 7 odprowadza się złożo wolne od żelaza i popiołu z koksu za pomocą przenośnika 24. Przewodem 23 wprowadza się do przestrzeni 7, redukująco-chlorującej 690 Nm³ (chloru = 2 226 kg) o temperaturze 30°C, który na skutek zetknięcia się w przeciwnym kierunku ze złożem, ogrzewa się do 800°C, przy czym złożo oziębia się do 280°C. W obydwu przestrzeniach chlorowanie 7 i 8 wydzielające na skutek reakcji egzotermicznych ciepło wykorzystuje się do podgrzewania.

Chlor przepływa przez przestrzeń 7 i 8 w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu pyłu. Gazowe produkty reakcji opuszczają przestrzeń 8 przewodem 9, zostają odpylone w cyklonie oziębiającym 10, przy czym oziębiają się do 320°C i płyną przewodem 11 do filtra 12 dla gazu gorącego w celu dokładnego odpylenia.

W kondensatorze 13 dla Fe_2Cl_4 wydzielą się przy 120°C stały chlorek żelazowy z oczyszczonej mieszaniny gazowej. Pozostała gazowa mieszanina przechodzi z kondensatora 13 do reaktora 14 dla H_3PO_4 , do którego wtryskuje się 29,4 kg zimnej wody w postaci mgły. Woda odparowuje i tworzy z tlenochlorkiem fosforu 61,7 kg 86%-owego kwasu fosforowego w postaci aerozolu, który absorbuje się w około 86%-owym kwasie fosforowym. W czasie tworzenia kwasu fosforowego z tlenochlorku fosforu temperatura w reaktorze 14 wzrasta ze 120 do 140°C. Mieszanina gazu o temperaturze 140°C zawierająca praktycznie jeszcze tylko CO_2 i HCl przechodzi z reaktora 14 do absorbera 15 dla HCl gdzie zostaje zaabsorbowany chlorowodor. Absorbacja następuje w przeciwnym kierunku za pomocą zimnego około 10%-owego HCl .

Ciepło uwalniające się w czasie absorpcji HCl i ciepło oddane przez gazy uzyskuje się w absorberze 15 przez chłodzenie.

Powstały około 33%-owy kwas solny odprowadza się z absorbera 15 do elektrolizy HCl , gdzie otrzymuje się 81 Nm³ chloru (= 263 kg) i 82 Nm³ wodoru. Po elektrolizie, około 10%

kwasy solne stosuje się z powrotem do absorpcji HCl w absorberze 15.

1 500 Nm^3 powietrza rozkłada się w urządzeniu 17 na 300 Nm^3 tlenu i 1 200 Nm^3 azotu. 300 Nm^3 tlenu ogrzewa się w podgrzewaczu 39 za pomocą silnika olejowego do 860°C.

Z kondensatora 13 przenosi się (np. za pomocą ślimaka) stały chlorek żelazowy o temperaturze 120°C do urządzenia 18 do spalania, gdzie styka się on z gorącym tlenem. Chlorek żelazowy odparowuje i spala się na tlenek żelaza i chlor, przy czym ustala się temperatura spalania wynosząca 730°C.

Większa część gorącego tlenku żelaza (około 90%) zostaje oddzielona od chloru w urządzeniu do spalania 18. Chlor o temperaturze 730°C zostaje schłodzony do 30°C w cyklonie oziębiającym 21, gdzie oddaje on dalszą część tlenku żelaza, po czym uwalnia się go jeszcze od resztek tlenku żelaza w filtrze 22. Tlenek żelaza z urządzenia 18, cyklonu 21 i filtra 22 przeprowadza się przewodem 19 do przestrzeni redukującej 20. W urządzeniu 18 powstaje 1425 kg Fe_2O_3 i 590 Nm^3 chloru (= 1903 kg). W elektrolizerze $NaCl$ 29 uzyskuje się ze 100 kg chlorku sodowego 68 kg wodorotlenku sodowego 19 Nm^3 chloru (= 60,5 kg) i 19 Nm^3 wodoru. Chlor z przewodu 30, z chlorem z elektrolizera HCl 16 zostaje połączony w przewodzie 23 z chlorem pochodzącym z urządzenia do spalania 18 i wprowadzony do przestrzeni 7 (naprzeciw gorącemu, wolnemu od żelaza złożu).

Z urządzenia 17 wprowadza się 700 Nm^3 azotu poprzez przewód 26 do podgrzewacza azotu 25, gdzie azot w przeciwnym kierunku do gorącego złoża zostaje ogrzany do 280°C a złożo oziębione do 120°C. Gorący azot zostaje następnie przesłany przewodem 28 do urządzenia 2 do suszenia koksu z wytlewania węgla brunatnego.

1613 kg mieszaniny złoża i popiołu z koksu wychodzi z podgrzewacza 25 o temperaturze 120°C do chłodnicy 27, w której schładza się do 20°C. Zimny proszek składa się na hałdy, można go jednak zastosować np. do wytwarzania materiałów budowlanych lub do otrzymywania zawartych w nim wartościowych metali.

W gazogeneratorze 31 wytwarza się z 530 kg koksu z wytlewania węgla brunatnego, powietrza i pary wodnej 1800 Nm^3 gazu generatorowego i przesyła go o temperaturze 1000°C do przestrzeni 20. Do gazu generatorowego dodaje się 101 Nm^3 wodoru z elektrolizera $NaCl$ 29, przesyłanego przewodem 32 i z elektrolizera HCl 16, przesyłanego przewodem 33, mieszanina re-

dukująca (1901 Nm^3) przesłana przewodem 34 do przestrzeni redukującej 20, gdzie 1425 kg tlenku żelaza redukuje się w 1000°C do 1 tony czystego żelaza. Gazy odlotowe z redukcji tlenku żelaza w przestrzeni 20 po przejściu przez cyklon oziębiający 35, przewód 36 i płuczkę 37, wypuszcza się do atmosfery otoczenia. Żelazo otrzymuje się w postaci sproszkowanego czystego żelaza albo topi za pomocą gazu bogatego w tlenek węgla lub węglowodory np. metanu. Otrzymuje się proszek najczystszej stali węglowej, który posiada duże znaczenie przy wytwarzaniu przedmiotów na drodze metalurgii proszków lub spieków.

Z czystego stopu żelaza można również wytwarzać każdą dowolną stal przez dodanie potrzebnych pierwiastków np. węgla krzemu, manganu, chromu, niklu.

Za pomocą ciepła powstającego podczas powyższych procesów wytwarza się parę, którą stosuje się do otrzymywania energii elektrycznej. Otrzymana ilość wynosząca 3.350.000 kcal daje 880 kWh. Ta ilość energii wystarcza do uruchomienia elektrolizy HCl i $NaCl$. Przy elektrolizie HCl zostaje zużyte 660 kWh, a przy elektrolizie $NaCl$ 200 kWh.

Przykład II. Również ten przykład dotyczy urządzenia, produkującego 50 t/h czystego żelaza i objaśnia sposób za pomocą otrzymywania 1 t czystego żelaza z tytanomagnetytu. Ponieważ w przypadku tym nie otrzymuje się kwasu fosforowego, nie jest potrzebny reaktor (fig. 2) dla H_3PO_4 .

Skład rudy:

TiO_2	16,70%	(10,00% Ti)	MnO	3,13%
FeO	20,72%	(60,10% Fe)	CaO	2,21%
Fe_2O_3	12,74%	(8,92% Fe)	MgO	1,04%
SiO_2	23,07%	tlenki alkaliczne	2,19%	
Al_2O_3	17,80%	H_2O	0,40%	

Jako środek redukujący stosuje się koks koksowniczy o składzie:

C	81,00%	$O + N$	1,60%
popiół	8,00%	S	0,90%
H_2O	8,00%	M	0,50%

156 kg koksu rozdrabnia się w urządzeniu 1 do wielkości ziarna maksymalnie 0,05 mm i suszy w urządzeniu 2 za pomocą idącego w przeciwnym kierunku azotu o temperaturze 520°C płynącego przewodem 28.

4000 kg tytanomagnetytu rozdrabnia się w urządzeniu 3 również do wielkości ziarna 0,05 mm, suszy w urządzeniu 4 za pomocą pal-

nika olejowego i ogrzewa do 800°C. Gazy odłotowe z suszenia z urządzeń 2 i 4 odpyla się w izolowanym cieplnie cyklonie 5, przemywa w płuczce 6 tak, że opuszczają one urządzenie w stanie odpylonym. Pył koksowy z urządzenia 2 o temperaturze 520°C oraz mieszanina pyłu koksowego i rudy z cyklonu 5 przechodzą do przestrzeni 7. Z cyklonu 10, oddzielony w nim pył, wraz z pyłem rudy o temperaturze 800°C przechodzi do przestrzeni 8. Pył rudy zostaje przeniesiony z przestrzeni 8 do przestrzeni 7 gdzie miesza się on z pyłem koksowniczym. Z przestrzeni 7 odprowadza się złożo wolne od żelaza i popiół z koksu przewodem 24. Przewodem 23 wprowadza się do przestrzeni 7 610 Nm³ chloru (= 1963 kg) o temperaturze 30°C, który ogrzewa się na skutek zetknięcia w przeciwnym kierunku do pyłu. Gazowe produkty reakcji opuszczają przestrzeń 8 przewodem 9, zostają odpylone w cyklonie 10, przy czym oziębiają się do 320°C i wypływają przewodem 11 do filtru 12 w celu dokładnego odpylenia. W kondensatorze 13 wydziela się przy 120°C z oczyszczonej mieszaniny gazowej, stały chlorek żelazowy. Pozostała mieszanina gazowa zawierająca praktycznie jeszcze tylko CO₂ i HCl przechodzi do absorbera 15, gdzie zostaje zaabsorbowany HCl. Absorbacja przebiega w przeciwnym kierunku do zimnym około 10% HCl. Ciepło uwalniające się przy absorpcji HCl i oddawane przez gazy otrzymuje się w absorberze 15 przez chłodzenie.

Powstający około 33% kwas solny prowadzi się z absorbera 15 do elektrolizera 16, gdzie otrzymuje się 9 Nm³ chloru i 9 Nm³ wodoru. Po elektrolizie około 10% kwas solny stosuje się znowu do absorpcji HCl w absorberze 15.

1500 Nm³ powietrza rozkłada się w urządzeniu 17 na 300 Nm³ tlenu i 1200 Nm³ azotu. 300 Nm³ tlenu ogrzewa się w podgrzewaczu tlenu 39 za pomocą palnika olejowego do 860°C.

Z kondensatora 13 (np. za pomocą ślimaka) przetransportowuje się stały chlorek żelazowy o temperaturze 120°C do urządzenia 18, gdzie styka się on z gorącym tlenem. Chlorek żelazowy odparowuje i spala się na tlenek żelaza i chlor, przy czym ustala się temperatura spalania 730°C.

Większa część gorącego tlenku żelaza (około 90%) oddziela się od chloru w urządzeniu 18.

Chlor oziębia się do 30°C w cyklonie 21, w którym oddaje on pozostałą resztę tlenku żelaza po czym w końcu uwalnia się go od najdrobniejszych resztek tlenku żelaza w filtrze 22. Tlenek żelaza z urządzenia 18 cyklonu 21 i filtra 22 przenosi się przewodem 13 do przestrzeni 20.

W urządzeniu 18 powstaje 1425 kg Fe₂O₃ i 590 Nm³ chloru (= 1903 kg). W elektrolizerze 29 otrzymuje się z 53,3 kg chlorku sodowego, 36,5 kg wodorotlenku sodowego, 11 Nm³ chlorku (= 32,3 kg) i 11 Nm³ wodoru. Chlor idący przewodem 30 oraz chlor z elektrolizera 16 zostaje połączony w przewodzie 23 z chlorem idącym z urządzenia 18 i wprowadzony do urządzenia 7 (naprzeciw gorącego, wolnego od żelaza złoża). Z urządzenia 17 wprowadza się 200 Nm³ azotu przewodem 26 do podgrzewacza 25 gdzie azot od gorącego złoża ogrzewa się w przeciwnym kierunku do 520°C, a złożo oziębia do 474°C. Gorący azot wprowadza się następnie przewodem 28 do urządzenia 2 do suszenia koksu.

2684 kg mieszaniny złoża i popiołu z koksu, wychodzącej z podgrzewacza 25 o temperaturze 474°C wprowadza się do chłodnicy 27, gdzie schładza się do 24°C. Mieszanina złoża i popiołu z koksu całkowicie wolna od żelaza, zawiera 400 kg tytanu (15%), otrzymuje się wartościowy materiał wyjściowy do otrzymywania tytanu.

W gazogeneratorze 31 wytwarza się 1882 Nm³ gazu wodnego o temperaturze 1000°C, który prowadzi się do przestrzeni 20 20 Nm³ wodoru z elektrolizera 29 przewodem 32 i z elektrolizera 16 przewodem 33 dodaje się do gazu wodnego. Redukująca mieszanina gazów (1902 Nm³) przechodzi przewodem 34 do przestrzeni 20, gdzie 1425 kg tlenku żelaza zostaje zredukowane w temperaturze 1000°C do 1 tony czystego żelaza.

Za pomocą ciepła powstającego podczas powyższych procesów wytwarza się parę, którą stosuje się do otrzymywania energii elektrycznej. Otrzymana ilość ciepła wynosząca 2.656.000 Kcal daje 700 kWh. Z tego 180 kWh zużywa się przy elektrolizie HCl i NaCl (70 względnie 110 kWh) tak, że do dyspozycji do innych celów pozostaje jeszcze 520 kWh.

Sposób według wynalazku w porównaniu ze stanem techniki stanowi wybitny postęp. Rudy o małej wytrzymałości, których ze względu na niebezpieczeństwo zatykania nie można stosować w wielkich piecach, nadają się dobrze do tego sposobu, ponieważ i tak każdą rudę rozdrabnia się a koszty rozdrabniania tych rud są mniejsze od kosztów rozdrabniania rud twar-

dych. Ponieważ odpadają zarówno wymagania odnośnie specjalnej wielkości kawałków jak też klasyfikowania rudy obniża się cena rudy. Rudy ubogie w żelazo o zawartości np. 36% Fe można bez wzbogacania przerabiać bezpośrednio na czyste żelazo. Dotychczas niekorzystna zawartość fosforu w rudach żelaza jest według wynalazku korzystna dla ekonomii otrzymywania żelaza. Rudy tytanowe zawierające żelazo można w sposób ekonomiczny uwolnić całkowicie od żelaza. Żelazo można również otrzymywać z innych materiałów zawierających żelazo np. z odpadów przy otrzymywaniu metali nieżelaznych. Kraje nie posiadające węgla kamiennego lecz tylko węgiel brunatny, mogą produkować według wynalazku czyste żelazo i wysoko gatunkowe stale na skalę techniczną i w sposób ekonomiczny. Koszt wytwarzania czystego żelaza sposobem według wynalazku i otrzymanej z niego wysoko gatunkowej stali jest znacznie niższy aniżeli stali wytwarzanej dotychczas znanymi sposobami.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób otrzymywania czystego żelaza i (lub) tlenku żelaza przez chlorowanie rudy, odzyskiwanie chloru przez spalanie powstającego chlorku żelazowego i redukcję powstającego w czasie spalania tlenku żelaza do żelaza, znamieny tym, że w przestrzeni redukująco-chlorującej, chlor doprowadza się do reakcji z mieszaniną rozdrobnionej rudy i rozdrobnionym środkiem redukującym, zawierającym węgiel w temperaturze 800—1200°C, gazowe produkty reakcji i chlor z przestrzeni redukująco-chlorującej doprowadza do zetknięcia z rudą i ewentualnie fosforanami, w nieobecności środka redukującego, w przestrzeni utleniająco-chlorującej, w temperaturze między 800—1200°C, a złożę nie zawierające żelaza odprowadza z przestrzeni redukująco-chlorującej, rudę z przestrzeni utleniająco-chlorującej zmieszaną z rozdrobnionym materiałem redukującym, zawierającym węgiel wprowadza do przestrzeni redukująco-chlorującej, przestrzeń utleniająco-chlorującą wypełnia rudą a gazowe produkty reakcji opuszczające przestrzeń utleniająco-chlorującą chłodzi do około 320°C i równocześnie uwalnia od porwanego pyłu, który zawraca się do przestrzeni utleniająco-chlorującej a z gazowych, odpylonych produktów reakcji oddziela w temperaturze między 110—140°C chlorek żelazowy w postaci stałej w kondensatorze dla Fe_2Cl_6 , a mieszaninę gazów opuszczającą kondensator dla Fe_2Cl_6 przemysła wodą, po czym z wody z przemysła, zawierającej kwas solny, otrzymuje się elektrolitycznie chlor, a chlorek żelazowy spala z tlenem w temperaturze między 700—800°C na tlenek żelaza i chlor, po czym chlor ten razem z chlorem otrzymanym elektrolitycznie wprowadza do przestrzeni redukująco-chlorującej, a tlenek żelaza powstający przy spalaniu redukuje do żelaza za pomocą gazów redukujących oraz wodoru uwalniającego się przy elektrolitycznym otrzymywaniu chloru.
2. Sposób według zastrz. 1, znamieny tym, że w przestrzeni redukująco-chlorującej zamiast stałego środka redukującego zawierającego węgiel, stosuje się tlenek węgla.
3. Sposób według zastrz. 1 i 2, znamieny tym, że stały chlorek żelazowy o temperaturze 110—140°C wydzielony w kondensatorze Fe_2Cl_6 doprowadza się do zetknięcia z tlenem o temperaturze 800—950°C i spala w temperaturze 700—800°C.
4. Sposób według zastrz. 1—3, znamieny tym, że do spalania chlorku żelazowego zamiast tlenku stosuje się powietrze.
5. Sposób według zastrz. 1—4, znamieny tym, że do mieszaniny gazowej opuszczającej kondensator dla Fe_2Cl_6 dodaje się wodę lub parę wodną, w temperaturze między 110—140°C a powstającą mgłą kwasu fosforowego absorbuje w gorącym kwasie fosforowym, po czym z gazów pozostających po absorpcji wymywa chlorowodór za pomocą wody lub rozcieńczonego kwasu solnego.
6. Sposób według zastrz. 1—5, znamieny tym, że przed wejściem do przestrzeni utleniająco-chlorującej dodaje się substancje zawierające fosfor.
7. Sposób według zastrz. 1—6, znamieny tym, że do przestrzeni redukująco-chlorującej wprowadza się chlor otrzymany za pomocą elektrolizy chlorku alkalicznego wraz z chlorem ze spalania Fe_2Cl_6 oraz z chlorem z elektrolizy HCl .
8. Sposób według zastrz. 1—7, znamieny tym, że ciepło uwalniające się przy chlorowaniu rudy, przy spalaniu chlorku żelazowego i przy absorpcji HCl oraz ciepło otrzymane przy chłodzeniu gazowych produktów reakcji po chlorowaniu rudy, gorącego złoża, gorącego chloru po spalaniu i gorących gazów odloto-

wych po redukcji, przemienia się w energię elektryczną a tę stosuje się do elektrolitycznego otrzymywania chloru.

9. Sposób według zastrz. 1—8, znamienny tym, że do ogrzewania i suszenia zmielonego koksu i zmielonej rudy, do chlorowania redukującego i utleniającego, do ogrzewania azotu gorącym pyłem złoża i do redukcji pyłu tlenku

żelaza do żelaza za pomocą gazów, stosuje się baterię cyklonów znanego rodzaju.

Rudolf Nowak
Wilhelm Schuster
Max Henry Hoepli
Zastępca: mgr Józef Kamiński
rzecznik patentowy

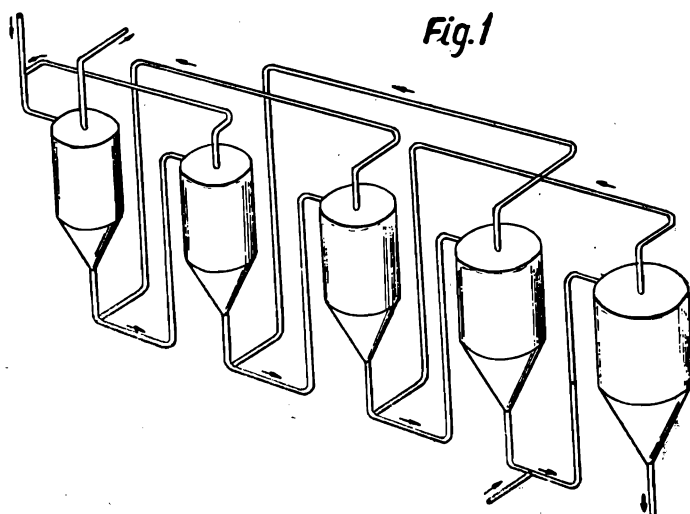


Fig 2

