

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 32449

C 21 b, 11/06
Kl. 18 b, 1/03

Bo Michael Sture Kalling, Djursholm, i Ivar Rennerfelt, Djursholm

Sposób świeżenia surówki lub stopów żelaznych, zawierających węgiel, oraz piec obrotowy do wykonywania tego sposobu

Zgłoszono 18 lipca 1938
Udzielono 11 grudnia 1943

Jest rzeczą znaną, że można odwęglać przedmioty żeliwne nawet w temperaturach leżących poniżej temperatury topnienia żeliwa, jeżeli się je ogrzewa odpowiednio długo z materiałami odwęglającymi. Jednakże sposoby te nie nadają się do świeżenia surówki przy przerabianiu jej na stal, ponieważ wymagają bardzo długiego czasu, jak np. przy wyrobie przedmiotów lano-kutych, oraz mogą być przeprowadzane tylko okresowo.

Wynalazek niniejszy dotyczy sposobu przeprowadzania takiego właśnie odwęglania surówki w stanie stałym z taką szybkością, że sposób ten może być z korzyścią stosowany przemysłowo do świeżenia surówki przy nowoczesnych proce-

sach produkcji stali. Uzyskuje się przy tym tak znaczne obniżenie zawartości węgla w przerabianej surówce, jakie przy stosowanych dotychczas sposobach świeżenia było prawie nieosiągalne względnie połączone było z wielkimi trudnościami.

Jako materiał wyjściowy stosuje się surówkę silnie rozdrobnioną, którą rozdrabia się bądź przez zmielenie surówki stałej, bądź też — jeszcze lepiej — przez ziarowanie surówki roztopionej. Okazało się korzystnym stosowanie surówki o wielkości ziarn nie większej niż około 2 mm. Przy stosowaniu surówki o wielkości ziarn około 1 mm można np. usunąć 80% zawartego w niej węgla w ciągu 30 min z prawie taką samą szybkością jak przy proce-

sie Bessemera, podczas gdy przy świeżeniu surówki o wielkości ziarn 4 mm potrzebny czas wynosi w tych samych warunkach około 6 godz. Gdy chodzi specjalnie o znaczne odwęglanie surówki korzystnie jest stosować surówkę o drobnych ziarnach. Ze względu na zależność, zachodzącą między wielkością ziarn a czasem świeżenia, może się okazać celowym sortowanie ziarnowanej surówki na ziarna o różnej wielkości i poddawanie jej świeżeniu oddzielnie. Spójalnie korzystne jest przeprowadzanie zabiegu ziarnowania surówki w ten sposób, aby powstawały dzięki wywiązywaniu się gazów podczas ochładzania ziarna wydrażone lub cienkościenne.

Odwęglanie surówki należy przeprowadzać w ten sposób, aby zawarty w niej węgiel uległ spaleniowi bez znaczniejszego równoczesnego utlenienia żelaza. Można to uzyskać wówczas, gdy surówkę odwęglają się za pomocą tlenków żelaza, np. w postaci opłuczek rudy żelaznej, które wskutek reakcji z węglem ulegają całkowicie lub częściowo redukcji do żelaza metalicznego. Jeżeli jednak przerabiana surówka w czasie świeżenia jest przesuwana w celu przyspieszenia procesu odwęglania, wówczas wprowadzanie do wsadu większej ilości tlenu żelaza może okazać się niecelowym, albowiem w temperaturze około 1000°C, niezbędnej do szybkiego odwęglania, tlenek żelaza wykazuje silną skłonność do zlepiania się, wskutek czego wsad łatwo zbija się w grudy lub przywiera do ścian pieca. W tym zatem przypadku należałoby przeprowadzać utlenianie węgla bez stosowania znaczniejszych ilości tlenków. Można to uzyskać przeprowadzając odwęglanie w atmosferze gazów redukcyjnych o odpowiednim składzie chemicznym.

W celu spalania węgla, zawartego w przerabianej surówce, bez równoczesnego utleniania żelaza w temperaturze odwęglania, np. w temperaturze 1000°C, jest rze-

czą konieczną ze względu na równowagę odnośnej reakcji, aby stosunek zawartości CO_2 do $(\text{CO} + \text{CO}_2)$ w gazie reakcyjnym nie przekraczał około 0,25. W niższej temperaturze odwęglania dopuszczalny jest nieco większy stosunek, podczas gdy w temperaturze wyższej konieczne jest obniżenie zawartości CO_2 w stosunku do zawartości CO . W celu przyspieszenia reakcji zawartość CO_2 w gazach redukcyjnych winna leżeć w pobliżu wymienionej wartości granicznej. Zawartość CO i CO_2 w gazach reguluje się najlepiej przez doprowadzanie wolnego tlenu, który utlenia pewną ilość CO , wytworzonego według równania $\text{CO}_2 + \text{C} = 2 \text{CO}$, dzięki czemu uzyskuje się gazy o żądanym składzie chemicznym. W tych warunkach proces odwęglania staje się egzotermiczny w przeciwieństwie do świeżenia za pomocą tlenków żelaza, co jest w praktyce korzystne przy przeprowadzaniu procesu.

Jak już wspomniano, sposób świeżenia surówki według wynalazku niniejszego pozwala na znacznie lepsze odwęglanie jej niż według któregośkolwiek ze znanych sposobów świeżenia, i to bez znaczniejszego utleniania żelaza lub innych składników. Stosując w piecu atmosferę, składającą się tylko z CO i CO_2 o stosunku wyżej podanym, można przy ciśnieniu atmosferycznym i w temperaturze 1200°C obniżyć zawartość węgla w świeżonej surówce do 0,01%, co zostało stwierdzone za pomocą licznych doświadczeń. Przez rozcieńczenie stosowanej atmosfery gazowej innymi gazami lub przez obniżenie w piecu ciśnienia (wytwarzanie próżni) zawartość węgla w surówce można w tej temperaturze jeszcze bardziej obniżyć, na przykład zawartość 0,01% węgla uzyskuje się już w temperaturze 1000°C, o ile ciśnienie w piecu obniży się do 0,3 atm.

Jako gazów rozcieńczających można użyć azotu i (albo) mieszaniny azotu i pary wodnej. Poza tym obecność wodoru

w atmosferze gazowej jest korzystna, ponieważ zwiększa szybkość reakcji. Jako przykład możliwości uzyskania daleko posuniętego odwęglania surówki można przytoczyć, że przy przeróbce surówki o wielkości ziarn 1,7—1,2 mm, ogrzanej do temperatury 1000°C w atmosferze gazowej, zawierającej 10,5% CO_2 , 27,5% CO (resztę stanowi azot), w ciągu około 3 godz. zawartość węgla w surówce można zmniejszyć do 0,01%, bez równoczesnego utlenienia żelaza. Mimo to, jeżeli chodzi o uzyskanie żelaza o małej zawartości węgla, może być korzystnym z punktu widzenia gospodarczego przeprowadzanie świeżenia w ten sposób, aby na powierzchni ziarn nastąpiło słabe utlenienie żelaza. Przy następnym procesie przetapiania surówki utleniony naskórek ziarn reaguje z węglem pozostającym w ziarnach, dzięki czemu zawartość węgla w surówce obniża się również i podczas przetapiania jej tak, że nie musi się przeprowadzać przed przetapianiem surówki odwęglania jej aż do ostatecznych granic. Sposób ten posiada również i tę zaletę, że tlenek żelaza jest rozdzielony we wsadzie lepiej i równomiej, niż przy stosowaniu dodatków utleniających, oczywiście w tym przypadku można również stosować dodatkowo materiały utleniające.

Zalety sposobu według wynalazku niniejszego, w porównaniu ze znanymi sposobami świeżenia surówki podczas przerabiania jej na stal o małej zawartości węgla, występują już wyraźnie przy obniżaniu zawartości węgla w surówce poniżej 0,1%, oczywiście jeszcze bardziej przy obniżaniu tej zawartości do 0,05%. Obniżenie zawartości węgla w surówce poniżej 0,03% jest trudne do osiągnięcia przy zastosowaniu znanych sposobów świeżenia.

Sprawność cieplna sposobu odwęglania według wynalazku niniejszego jest zależna od możliwości wyzyskania wartości opałowej oraz właściwości chemicznych i fizy-

cznych uchodzących z pieca gazów. Jeżeli gaz reakcyjny, uchodzący z pieca, spala się całkowicie, tak że cały CO przechodzi w CO_2 , proces staje się tak dalece egzotermiczny, że może przebiegać bez doprowadzania znaczniejszych ilości ciepła z zewnątrz, równocześnie jednak powstaje także niebezpieczeństwo pewnego utlenienia żelaza.

Okazało się jednak, że przy szybkim mieszaniu wsadu podczas świeżenia gaz spala się, praktycznie biorąc, całkowicie, a jego ciepło może być w dużej mierze wyzyskane do przeprowadzania procesu bez trwałego utlenienia żelaza. Gaz należy wprowadzać w przeciwnym kierunku ruchu wsadu, spalanie zaś winno następować stopniowo, aby stosunek $\text{CO}_2:\text{CO}$ w gazach zmniejszał się stopniowo w miarę zmniejszania się zawartości węgla we wsadzie. Specjalnie ważne jest, aby stosunek zawartości $\text{CO}_2:\text{CO}$ w gazach nie przekraczał zbyt wartości warunkującej równowagę chemiczną w strefie ostatecznego odwęglania, zwłaszcza przy bardzo daleko posuwanym odwęglaniu surówki. Przy mniejszym stopniu odwęglania dopuszczalna jest większa zawartość CO_2 w atmosferze gazowej, ponieważ wywiązujący się ze wsadu gaz reakcyjny, bogaty w CO , przeciwdziała utlenieniu żelaza. Okazało się bardzo ważnym takie ograniczenie dopływu tlenu, aby wewnątrz pieca, a zwłaszcza przy jego ścianach, nie mógł powstać nadmiar wolnego tlenu, ponieważ w przeciwnym przypadku drobny materiał, który może przylegać do ściany pieca na spoinach itd., przy dużym wzroście temperatury ulega łatwo utlenieniu, wskutek czego przypala się do gorącej ściany, powodując łatwo dalsze przywieranie świeżego materiału, co jest bardzo niekorzystne. Ponieważ dopływ powietrza do strefy ostatecznego odwęglania nie powinien być obfity, więc uzyskanie w tej strefie odpowiednio wysokiej temperatury może okazać się

rzeczą trudną. Można jednak poradzić sobie w ten sposób, że wsad, wykazujący jeszcze stosunkowo dużą zawartość węgla, podgrzewa się do temperatury wyższej niż potrzebna do odwęglenia, dzięki czemu ostateczne odwęglenie nastąpi bez trudności w spadającej, ale zawsze jeszcze dostatecznie wysokiej temperaturze.

O ile doprowadzenie ciepła z zewnątrz okaże się konieczne, można to skutecznie za pomocą odpowiedniego paliwa albo za pomocą prądu elektrycznego. Odpowiednim paliwem mogą być np. gazy wielopieczowe lub gazy z innych pieców do wyrobu surówki, wykazujące często stosunek $CO_2 : CO$ odpowiedni do ostatecznego odwęglania surówki. Przy stosowaniu paliwa gazowego korzystnie jest wprowadzać go do pieca w stanie ogrzanym, aby i na tej drodze dostarczyć ciepła dla całego procesu, a zwłaszcza do strefy ostatecznego odwęglania.

Gaz ten najlepiej jest wprowadzać do pieca przez otwór spustowy. Można również wprowadzać do pieca węgiel lub inne paliwo w postaci stałej lub innej, ewentualnie razem ze wsadem. Węgiel, wskutek swego małego ciężaru gątkowego, podczas ruchu wsadu ułoży się w jego górnych warstwach i może się tam spalać w stosunkowo silnie utleniającej atmosferze, bez niebezpieczeństwa równoczesnego utleniania się leżącego poniżej ziarnistego żelaza. Doprowadzanie ciekłego paliwa okazało się również korzystne, ponieważ przyczynia się ono do zwiększenia płomienia.

Następnie ustalono, że podczas odwęglania surówki można również usunąć zawartą w niej siarkę, o ile doda się do wsadu nieco wapna. Wapno można przy tym całkowicie lub częściowo zastąpić innymi związkami zasadowymi, jak tlenkiem baru lub magnezu. Podczas ziarnowania surówki może również nastąpić do pewnego stopnia odsiarkowanie jej.

Do przeprowadzania sposobu według wynalazku można użyć pieców o różnej konstrukcji, jednakże piece obrotowe okazały się w tym przypadku szczególnie odpowiednie. Ustalono, że w takim piecu można odwęgląć surówkę w temperaturze około $1200^{\circ}C$, bez przywierania wsadu do ścian pieca, o ile świeżenie przeprowadza się za pomocą mieszaniny gazowej, której skład chemiczny, jak wspomniano poprzednio, jest regulowany tak, aby nie zachodziło znaczniejsze utlenianie się żelaza. Następnie okazało się, że również możliwe jest ogrzewanie wsadu za pomocą prądu elektrycznego przy przepuszczaniu tego prądu przez wsad za pomocą odpowiednich elektrod. Opór elektryczny wsadu, złożonego z bardzo drobnych ziarn, jest dostatecznie duży, aby przy takim bezpośrednim ogrzewaniu wytworzyć odpowiedni stosunek między natężeniem prądu a napięciem; ewentualnie można ten opór wsadu zwiększyć przez dodanie do wsadu materiałów słabo przewodzących lub wcale nieprzewodzących elektryczności, np. piasku kwarcowego.

Przy przeprowadzaniu procesu w piecu obrotowym jest rzeczą ważną, aby grubość warstwy wsadu była odpowiednia, a szybkość obrotu pieca dostatecznie duża. W przeciwnym przypadku nie można uzyskać jednostajnego szybkiego odwęglenia surówki bez utlenienia żelaza, a co gorsza — poza utlenianiem się żelaza — łatwego i szkodliwego przywierania materiałów wsadowych do ścian pieca.

Ściany pieca, które winny być zaopatrzone w dobrą izolację cieplną, można również od wewnątrz pieca wyłożyć blachą z metalu trudno topliwego. Próby wykazały, że stopień napełnienia pieca winien wynosić 25%, a nawet około 35%, zwłaszcza w najgorętszej strefie pieca, w celu uzyskania szybkiego ruchu wsadu. Szybkość obrotu pieca winna być tak duża, aby cały wsad wchodził szybko w

styczność z gazem odwęglającym względnie odwęglającą mieszaniną gazów. Korzystna okazała się szybkość obwodowa na wewnętrznej ścianie pieca równa co najmniej 5 m/min, a nawet ponad 10 m/min. Zwłaszcza przy bardzo daleko posuwanym odwęglaniu celowe może być podnoszenie wsadu w piecu za pomocą łopatek o odpowiednim kształcie, aby następnie przy dalszym obrocie pieca pozwolić mu opadać przez gorący gaz odwęglający. Ponieważ grubsze ziarna przerabianej surówki zwykle odwęglają się wolniej niż drobniejsze, przeto można materiał gruboziarnisty po odwęgleniu przesortować i materiał o większych ziarnach wprowadzić powtórnie do pieca w celu dalszego odwęglania go, przy czym można go wprowadzić do pieca razem z materiałem o grubszych ziarnach już częściowo odwęglonym lub też razem z jeszcze nie odwęglonym materiałem o drobnych ziarnach.

Gorące gazy, uchodzące z pieca przez otwór zasypowy, można wyzyskać do wstępnego podgrzewania surówki, np. przepuszczając je przez piec rurový w przeciwnym kierunku przesuwania się surówki ku dołowi w obracającej się rurze nieco pochyłej i zaopatrzonej w izolację cieplną. Takie wstępne podgrzewanie surówki, do którego można zastosować również i inne paliwa, umożliwia zmniejszenie długości obrotowego pieca do odwęglania, co jest specjalnie pożądane przy piecach o znacznej sprawności, np. przy odwęglaniu 2—3 ton surówki na godzinę.

Na rysunku fig. 1 przedstawia przekrój podłużny pieca obrotowego o kształcie rury, nadającego się do odwęglania według wynalazku niniejszego, fig. 2 — przekrój poprzeczny pieca wzdłuż linii A—A na fig. 3, fig. 3 — przekrój pieca wzdłuż linii B—B na fig. 1.

Piec 1 jest zaopatrzony w wykładzinę ogniotrwałą 2 i posiada na jednym końcu

otwór wysypowy 3, przez który wprowadzana jest przerabiana surówka 4. Surówkę wprowadza się do pieca w takiej ilości, aby ona mogła być usuwana z nieco pochyłego pieca 1 przez otwór środkowy 5 na przeciwnym końcu pieca po powolnym przesunięciu się surówki przez piec wskutek jego ruchu obrotowego i pochyłego ustawienia. Przez część górną otworu wysypowego 3 do pieca wstawiona jest rura 6. Rura ta jest zaopatrzona w pewną liczbę dysz 7, przez które wprowadza się do pieca gazy utleniające, np. powietrze lub parę wodną. Dysze te są rozmieszczone pod odpowiednim kątem do pochyłej powierzchni wsadu.

Wewnątrz rury 6 umieszczona jest druga rura 8 służąca do doprowadzania do strefy ostatecznego odwęglania gazu reakcyjnego, zawierającego CO_2 i CO w odpowiednim stosunku, jak to wskazuje strzałka na końcu rury 8, np. gazu wielkopiecowego.

Do doprowadzania do pieca także i innych gazów lub paliwa piec jest zaopatrzony w rurę 9, umieszczoną w otworze 5. Surówkę po odwęglaniu przeprowadza się przez znane urządzenie do ochładzania 10 o kształcie blaszanego walca podzielonego na kilka oddzielnych komór za pomocą ścianek 11 zaopatrzonych na obwodzie w otwory 12, przez które mogą powoli przesuwac się ziarna przerabianej surówki. Walec ten jest zanurzony w zbiorniku 13 wypełnionym wodą. Przerabiany materiał 4 opuszczając piec jest już tak dalece ochłodzony, że nie utlenia się przy zetknięciu się z powietrzem otoczenia.

Jak widać z fig. 2, powierzchnia wsadu wskutek ruchu obrotowego pieca jest pochylona względem płaszczyzny poziomej nie tylko w kierunku długości pieca, ale także w kierunku poprzecznym. Ziarna świeżonej surówki staczają się z górnej krawędzi pochyłej powierzchni ku jej krawędzi dolnej, jak to wskazuje strzałka,

i podczas tego ruchu znajdują się pod działaniem atmosfery odwęglającej ponad wsadem. Jest rzeczą ważną, aby dysze 7 były osadzone na rurze 6 tak, żeby tlen doprowadzanego powietrza został całkowicie wyzyskany do spalania CO na CO₂, a wolny tlen nie mógł gromadzić się w pobliżu gorących ścian pieca ponad wsadem względnie znajdował się w ilości nieszkodliwej.

Przy zastosowaniu pieców o znacznej długości, np. o sprawności dziennej 50 ton lub większej, może okazać się celowym przeprowadzenie rury 6 aż do przeciwległej ściany pieca, zaopatrzonej w otwór 5, oraz podparcie jej tam za pomocą odpowiedniego urządzenia. W tym celu rura 6 może być osadzona nieruchomo i uszczelniona względem ściany pieca oraz zaopatrzona w mimośrodowe łożysko. Takie urządzenie nie zostało uwzględnione na rysunku.

Wynalazek niniejszy nie ogranicza się do odwęglania tylko surówki, lecz można go stosować do odwęglania również wszelkiego rodzaju odpadków stalowych, jak otoczki itd., oraz żelaza gąbczastego, zawierającego węgiel. Nadaje się on również do odwęglania stopów żelaznych, zawierających węgiel, które winny być poddane opisanemu procesowi odwęglania.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób świeżenia surówki lub stopów żelaznych, zawierających węgiel, znamienny tym, że drobno rozdrobnioną surówkę lub stop ogrzewa się w piecu obrotowym o kształcie rury, osadzonym nieco pochyło do poziomu, aż do temperatury odwęglania nie przekraczającej temperatury topnienia surówki lub stopu, i zawierającym atmosferę gazową, składającą się głównie z CO i CO₂ i utworzoną wskutek niepełnego spalania uchodzącego ze wsadu CO za pomocą doprowadzonego do pieca

wolnego tlenu, przy czym gaz, zawierający tlen, wdmuchuje się do pieca z góry w kierunku pochyłej powierzchni wsadu, niezupełne zaś utlenianie CO na CO₂ uzyskuje się w bezpośrednim sąsiedztwie powierzchni wsadu, ciepło zaś potrzebne do wytworzenia żądanej temperatury odwęglania uzyskuje się zasadniczo przez spalanie węgla, zawartego w przerabianym materiale.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że w celu spalania tlenu węgla, powstającego wskutek utleniania węgla, zawartego w przerabianej surówce lub stopie, do pieca doprowadza się powietrze w przeciwnym kierunku do kierunku ruchu wsadu.

3. Sposób według zastrz. 2, znamienny tym, że powietrze doprowadza się w takiej ilości, aby wystarczyło tylko do spalania wywiązującego się ze wsadu CO na CO₂ bez gromadzenia się w bezpośrednim sąsiedztwie gorącej ściany pieca ponad wsadem wolnego tlenu w znaczniejszej ilości.

4. Sposób według zastrz. 1—3, znamienny tym, że odwęgloną surówkę lub stop usuwa się z pieca i świeży materiał wprowadza się do niego okresowo i w tej samej ilości.

5. Sposób według zastrz. 1—4, znamienny tym, że częściowo odwęgloną surówkę lub stop ogrzewa się do temperatury wyższej niż potrzebna do odwęglania, ostatecznemu zaś odwęglaniu poddaje się w niższej temperaturze w strefie znajdującej się po stronie otworu do opróżniania pieca.

6. Sposób według zastrz. 1—5, znamienny tym, że ziarna surówki poddaje się częściowemu odwęglaniu przy równoczesnym powierzchniowym utlenieniu ich, ostateczne zaś odwęglanie surówki przeprowadza się podczas przetapiania wsadu.

7. Sposób według zastrz. 1—6, znamienny tym, że do pieca doprowadza się dodatkowo gaz palny lub inne paliwo.

8. Sposób według zastrz. 1—7, znamienny tym, że odwęgloną surówkę podczas

usuwania jej z pieca ochładza się przed jej zetknięciem się z powietrzem otoczenia.

9. Sposób według zastrz. 1—8, znamien-ny tym, że obrabianą surówkę przed od-węgleniem sortuje się według wielkości ziarn.

10. Sposób według zastrz. 1—9, zna-mienny tym, że surówkę sortuje się po od-węgleniu jej, przy czym surówkę o ziarnach większych, częściowo tylko odwęg-lonych, wprowadza się z powrotem do pieca w celu zupełnego odwęglenia ich przy ewentualnym dodaniu do nich jeszcze nie odwęglonej surówki o drobnych ziarnach lub częściowo odwęglonej o dużych ziarnach.

11. Sposób według zastrz. 1—10, zna-mienny tym, że do wsadu dodaje się tlen-ków metali ulegających łatwo redukcji, np. tlenków żelaza, które redukuje się do że-laza metalicznego przez odpowiednie re-gulowanie składu chemicznego atmosfery gazowej i temperatury w piecu.

12. Piec obrotowy do wykonywania sposobu według zastrz. 1—11, znamien-ny tym, że posiada kształt rury, zaopatrzo-nej w otwór wysypowy (3) na jednym koń-cu i otwór wypustowy (5) na przeciwle-głym końcu pieca oraz rurę (6) do dopro-wadzania powietrza, umieszczoną w piecu ponad wsadem.

13. Piec obrotowy według zastrz. 12, znamien-ny tym, że rura (6) jest zaopatrzo-na w szereg skierowanych ku dołowi dysz (7) dających się odpowiednio regulować.

14. Piec obrotowy według zastrz. 12, znamien-ny tym, że jest zaopatrzonej w ru-rę (8), służącą do doprowadzania do pie-ca gazu redukcyjnego, umieszczoną we-wnątrz rury (6) i sięgającą przez otwór wysypowy w głąb pieca.

15. Odmiana pieca obrotowego według zastrz. 12—14, znamien-ny tym, że rura (6) do doprowadzania powietrza jest przedłu-żona do przeciwległej ściany pieca, w któ-rej jest osadzona nieruchomo za pomocą łożyska mimośrodowego.

16. Piec obrotowy według zastrz. 12—15, znamien-ny tym, że w otworze wypu-stowym (5) umieszczona jest rura (9) do doprowadzania dodatkowego paliwa.

17. Piec obrotowy według zastrz. 12—16, znamien-ny tym, że jest zaopatrzonej po stronie otworu wypustowego w urządze-nie do ochładzania (10).

Bo Michael Sture Kalling
Ivar Rennerfelt
Zastępca: inż. St. Głowacki
rzecznik patentowy

Fig.1.

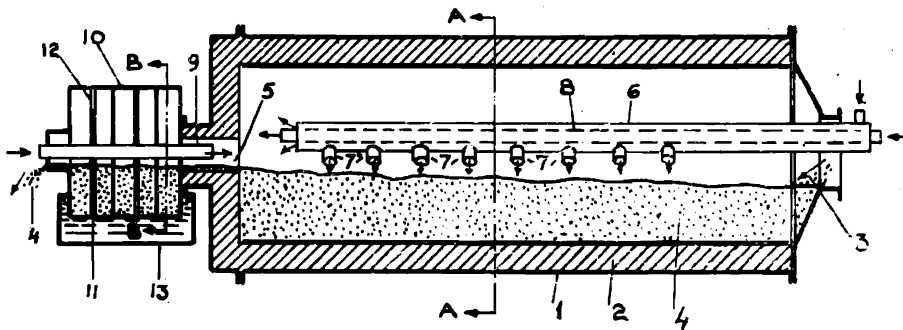


Fig.2.

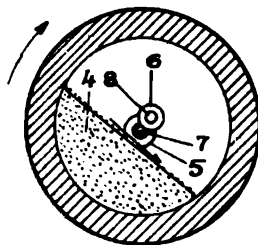


Fig.3.

