



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

Zgłoszono: 17.02.1973 (P. 160 800)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 15.11.1973

Opis patentowy opublikowano: 15. 11. 1976

MKP C10b 47/30

Int. Cl<sup>2</sup>. C10B 47/30

CZYTELNICIA

Urzędu Patentowego

Twórcy wynalazku: Georgy Alfonsovich Vorms, Nikolai Timofeevich Pokhodenko, Anatoly Eremeevich Kulikov, Boris Izrailevich Brondz, Tamara Vasilievna Mischenko

Uprawniony z patentu: Georgy Alfonsovich Vorms, Nikolai Timofeevich Pokhodenko, Anatoly Eremeevich Kulikov, Boris Izrailevich Brondz, Tamara Vasilievna Mischenko, Ufa (Związek Socjalistycznych Republik Radzieckich)

## Sposób wyżarzania materiałów węglowych i urządzenie do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wyżarzania materiałów węglowych i urządzenie do stosowania tego sposobu. Wynalazek ma najkorzystniejsze zastosowanie do wyżarzania koksu ponaftego otrzymanego w wyniku zwolnionego koksowania i przeznaczonego do wytwarzania wyrobów elektrodowych albo grafityzowanych.

Pod pojęciem materiał węglowy rozumie się tutaj materiały typu koksu ponaftego, koksu pakowego, termoantracytu itp.

Znany jest sposób wytwarzania wymienionych materiałów węglowych, polegający na stopniowym ich nagrzewaniu do temperatury 1100—1400°C, najkorzystniej do 1250—1350°C i wygrzewania w ustalonej temperaturze przez około 30 minut i następnym ich ochłodzeniu. W procesie takiego wyżarzania wyróżnia się następujące etapy albo strefy obróbki termicznej materiałów węglowych:

pierwsza strefa obróbki — podsuszenie, w celu usunięcia wilgoci zewnętrznej i hydroskopiijnej i nagrzewanie na ogół do 400°C, tzn. do temperatury początkującej wydzielanie substancji lotnych;

druga strefa obróbki cieplnej — wydzielanie substancji lotnych, któremu towarzyszą zasadnicze zmiany cząstkowych i międzyatomowych wiązań w materiale, w wyniku których otrzymuje się prawie czysty węgiel. Wyżarzany materiał podlega przy tym znacznemu skurczowi, na przykład rzeczywista gęstość koksu ponaftego zmienia się od 1,40—1,45 do 2,05—2,10 g/cm<sup>3</sup>, a atomy węgla,

2

jeżeli nagrzewanie odbywa się dostatecznie wolno, rozmieszczone są wtedy według sześciokątnej sieci krystalicznej, albo tak zwanej grafitowej i otrzymuje się najlepszy pod względem przewodności elektrycznej wyżarzony materiał. Zjawiska te przebiegają w przedziale temperatur 450—500°C do 900°C;

trzecia strefa obróbki termicznej — nagrzewanie od 900°C do 1300°C, w strefie tej kończą się zmiany cząstkowych wiązań w materiale, wymagająca ona dużej ilości ciepła;

czwarta strefa obróbki termicznej albo strefa wygrzewania w ustalonej temperaturze, charakteryzuje się małym zapotrzebowaniem ciepła;

za piątą strefę uważa się chłodzenie gotowego — wyżarzonego materiału.

Dalej w opisie będzie się także stosować termin substrefa w tym znaczeniu, że określa on nie całą strefę, na przykład 500—900°C, a jedynie jej część na przykład 500—550°C albo 550—600°C itd.

Znane jest, że w wyniku powolnego nagrzewania materiału węglowego w przedziale temperatury 500—900°C albo w drugiej strefie, uzyskuje się wyżarzony materiał węglowy, wskazujący na zdjęciach rentgenograficznych uporządkowane rozmieszczenie atomów węgla według sześciokątnej sieci krystalicznej, z którego to materiału, po dalszym wyżarzaniu grafityzującym otrzymuje się wyroby o najlepszych wskaźnikach elektrotechnicznych. Po wyżarzaniu taki materiał nazywany jest zwykle

„koksem elektrodowym”, a na jego przełomie widoczna jest mnogość kresiek lub igiełek o metalicznym blasku, skąd pochodzi jego handlowa nazwa „igielkowaty koks”.

Według danych doświadczalnych zalecana jest, dla koksu zwolnionego koksowania ponafowego jako optymalna prędkość nagrzewania około 15°C na minutę, a jako jeszcze dopuszczalna 20°C na minutę, a dla koksu pakowego odpowiednio 25°C i 30°C na minutę.

Przy szybszym nagrzewaniu, tzn. gdy prędkość nagrzewania znacznie przekracza te liczby, węgiel w większym stopniu tworzy inne odmiany nie poddające się grafityzacji, co powoduje, że wytworzone z tego węgla wyroby elektrotechniczne mają gorszą jakość.

Znane jest zjawisko polegające na tym, że jeżeli bryła materiału węglowego znajduje się w takim miejscu pieca, gdzie otaczająca go temperatura jest o kilkaset stopni wyższa niż początkowa jej temperatura albo jeżeli taka bryła posiadała temperaturę poniżej 1000°C i dostała się na dowolny przeciąg czasu pod bezpośredni wpływ promieniowania płomienia, to jej temperatura w czasie pierwszej minuty przebywania w takich warunkach, może się podnieść, w zależności od wielkości kawałka i warunków nagrzewania, na przykład o 100—150°C, niekonieczne jest żeby takie warunki istniały na całej długości drugiej strefy albo strefy wydzielania substancji lotnych (500—900°C), wystarczy, żeby powstały w jakiejś części tej strefy (w dowolnej substrefie).

Zjawisko takie nazywa się „udarem cieplnym” i wywołuje ono poważne pogorszenie elektrotechnicznych właściwości wyżarzane materiału.

Znane i obecnie szeroko rozpowszechnione są urządzenia do wyżarzania materiałów węglowych, na przykład ponafowego, pakowego koksu i innych, stosowane w celu otrzymania z tych materiałów surowca dla produkcji elektrod. Urządzenia te zaopatrzone są w pracujące przeciwprądowo, obrotowe piece bębnowe. Piec stanowi wydłużony, wyprawiony po wewnętrznej stronie bęben, obracany powoli w celu stopniowego mieszania obrabianego, kawałkowego materiału węglowego i nachylony pod niewielkim kątem do poziomu w celu stopniowego przesuwania kawałkowego materiału od górnej powierzchni czołowej do dolnej.

Piec taki ma w górnej powierzchni czołowej otwór do załadunku, a w dolnej powierzchni czołowej otwór wylotowy dla materiału w stanie wyżarzonym. W dolnej powierzchni czołowej znajduje się palnik dla paliwa oraz połączone z nim środki do wprowadzania powietrza, niezbędnego dla spalania paliwa. Płomień wytwarzany przez palnik ma zwykle temperaturę 1500—1550°C i nagrzewa przez promieniowanie ostatni odcinek pieca oraz powoli przesuwający się tam materiał węglowy. Pozostała część pieca nagrzewana jest kosztem ciepła gorących gazów spalinowych przemieszczających się od palnika, tj. od dolnej powierzchni czołowej pieca do górnej, czyli przeciwprądowo w stosunku do ruchu materiału węglowego. W górnej powierzchni czołowej piec ma otwór do wyprowadzenia gazów spalinowych.

Takie urządzenie przeciwprądowe stwarza warunki dla maksymalnie intensywnej wymiany ciepła w strefie czwartej, gdzie nie jest to potrzebne, oraz niekontrolowanej z reguły zwiększonej prędkości nagrzewania w strefie wydzielania substancji lotnych. Normalna prędkość nagrzewania w tym zakresie temperatury wynosi 25—40°C na minutę i w celu regulowania tej prędkości trzeba zmniejszać wydajność materiału węglowego całego urządzenia.

Obróbka termiczna w strefie wydzielania substancji lotnych jest najważniejsza, ponieważ strefa ta określa jaki otrzymuje się produkt końcowy — przydatny do grafityzacji i dający wytworzone z niego wyroby wysokiej jakości albo produkt zawierający sadzę, z którego wyroby mają niską jakość. Dlatego wadę wymienionych, przeciwprądowych pieców stanowi brak możliwości regulowania prędkości nagrzewania materiału węglowego.

Całkowity brak możliwości skutecznego oddziaływania na przebieg wyżarzania w tej strefie wiąże się z tym, że temperatura materiału wynosi około 500°C co oznacza, że początek tej strefy znajduje się w przybliżeniu na początku środkowej trzeciej części długości pieca, co oznacza, że strefa ta za pomocą środków technicznych jest niedostępna. Poza tym przeciwprądowy piec daje ekonomicznie niekorzystny efekt, polegający na wynoszeniu z pieca mialkich i pylastych cząstek niewyżarzonego materiału węglowego.

Cząski te dostają się do pieca razem z wsadem głównym, do pierwszej strefy tego pieca i po zetknięciu się z płonącym przeciwprądowo, ogrzewającym gazem spalinowym, są niezwłocznie przechwytywane przez strumień tego gazu i wynoszone z pieca. Przyczyną tego zjawiska jest duża prędkość gazów w tej części pieca wynosząca zwykle 8—12 m/sek i ich ruch przeciwprądowy.

Stwierdzono w związku z tym, że przeciwprądowe piece nie są przystosowane do wyżarzania surowca zawierającego miał, który uprzednio powinien być oddzielony od wsadu. Oznacza to zwięźlenie bazy surowcowej, przy czym podkreśla się, że od wyjściowej ilości materiału węglowego trzeba oddzielić 15—20% lub 30%, a w niektórych przypadkach więcej miału, a ponieważ miał jest znacznie tańszy, to prawie w takim samym stosunku droższe gotowy wyrób.

Ponieważ materiał węglowy do wyżarzania ma bardzo małą wytrzymałość mechaniczną, to nawet po wstępnym wydzieleniu miału i pyłu w wyniku transportu i przeładunku, w materiale wytwarza się pewna ilość pyłu, którą z przeciwprądowego pieca przechwytyują i unoszą wychodzące gazy spalinowe.

Jeżeli dąży się do zwiększenia współczynnika sprawności przez wydłużenie w nim pierwszej strefy podgrzewania i pełniejszą wymianę ciepła pomiędzy gazami spalinowymi i podawanym do pieca materiałem węglowym, po to aby temperatura gazów obniżyła się na przykład do 400—500°C, to wynoszony przez te gazy pył, staje się lepki i wychwytywanie go na przykład w odpylaczach cyklonowych jest niemożliwe, poza tym pył nawar-

stwia się w kanałach spalinowych, co powoduje nieplanowane przestoje pieca. Tylko wtedy, gdy temperatura gazów spalinowych wychodzących z pieca przewyższa 700—800°C, zwłaszcza 900°C, te trudności produkcyjne nie występują.

Wykazano, że piec ten na skutek szeregu technologicznych przyczyn ma bardzo mały techniczny współczynnik sprawności. Przeciwny prądowy piec nie pozwala na wykorzystanie ciepła spalania wydzielanych w nim substancji lotnych, a jest to głównie metan i wodór, to znaczy wysokokaloryczne paliwo, ponieważ strefa wydzielania substancji lotnych znajduje się w takim piecu w środkowej części jego długości, w pobliżu otworu załadunku materiału węglowego, natomiast gazy w piecu skierowane są przeciwnie do kierunku ruchu materiału węglowego i przemieszczając się od dolnej powierzchni czołowej do górnej od razu wynoszą wydzielane substancje lotne poza granicę pieca, przez górną powierzchnię czołową.

W piecach przeciwny prądowych w ich strefach o wysokiej temperaturze, a mianowicie w zakresie temperatury od 900 do 1300°C, przemieszczają się od palnika rozżarzone gazy spalinowe, które zawierają dużą ilość  $H_2O$ ,  $CO_2$  i jeszcze niewykorzystany tlen; są to aktywne utleniacze reagujące z rozżarzonym powyżej 1000°C materiałem węglowym i powodujące jego zgar. Powstawanie zgaru sprzyja także urządzenie do przesypywania koksu z obrotowego pieca do oddzielnego, obrotowego ochładzalnika. Urządzenie to nie jest w pełni zadowolające, łatwo przepuszcza powietrze do pieca, lepsze spośród tych pieców dają zgar materiału węglowego 4—5% ale występują przypadki, gdy zgar wynosi 7—8% i więcej.

Znane są również bardziej nowoczesne rozwiązania, jak na przykład obrotowy piec pierścieniowy z poziomo usytuowanym dnem paleniska w środku lekko wklęsłym zbliżonym do leja stożka, z otworem w środku do wyładunku materiału węglowego.

Dno paleniska powoli obraca się wewnątrz nieruchomego, wyprawionego pieca, a w stropie płaskim zamocowane są gracie mieszadła skierowane ku dołowi i sięgające niemal do dna paleniska. W sklepieniu piec ma palniki do podawania dodatkowego paliwa i otwory dla powietrza do spalania substancji lotnych. Nieruchome gracie zagłębione są w warstwie wyżarzane materiału przemieszczającego się razem z obracającym dnem paleniska, ustawione są pod określonym kątem w stosunku do promienia pierścieniowego dna paleniska i przy każdym obrocie dna paleniska stopniowo przesuwają wyżarzany materiał z miejsca wyładunku w środku dna paleniska, przegrzewając go przy tym i ustawiając dalsze kawałki warstwy do nagrzania.

Palniki do podawania dodatkowego paliwa i powietrza do spalania substancji lotnych umieszczone są w nieruchomym stropie płaskim pieca w kilku koncentrycznych rzędach, to znaczy są one w jakimś stopniu rozproszone. Wyjście gazów spalinowych znajduje się na górze, w stropie płaskim pieca, nad środkiem obrotu dna paleniska. Strefa podsuszania i częściowego nagrzewania materiału

węglowego do 260°C ma postać pierścieniowej, zewnętrznej komory oddzielonej od strefy wydzielania substancji lotnych i dalszego nagrzewania za pomocą zamocowanej do stropu pierścieniowej, ognioodpornej ścianki, odległej od dna paleniska o około 150 mm, które tworzą centralną komorę, gdzie temperatura wynosi około 1093°C. W dole tej ścianki znajduje się niewielki otwór, przez który pługowa graca — mieszadło przepycha materiał węglowy ze strefy podsuszania do następnej strefy o wyższej temperaturze.

Pierwsza strefa, zawierająca ścianę w przestrzeni gazowej podgrzewana jest w wyniku zasysania przez nią gazów spalinowych z sąsiedniej strefy o wysokiej temperaturze, częściowo poprzez materiał węglowy, leżący w szczelinie pod oddzielającą ścianką — częściowo przez specjalny kanał do odprowadzania gazów spalinowych ze strefy o wysokiej temperaturze. Zgodnie z wynikami analizy termotechnicznej w piecu takim efektywna jest tylko wymiana ciepła przez promieniowanie, ponieważ materiał spoczywa w dole na dnie paleniska pieca i warstwa podgrzewających gazów po oddaniu ciepła do materiału nie ma tendencji do podnoszenia się ku górze, a znajdujące się na górze gorące warstwy gazu nie mają tendencji do opuszczania się ku dołowi na jej miejsce.

Tym wyjaśnia się fakt, że w strefie podsuszania materiał węglowy nagrzewa się tylko do  $\sim 260^\circ C$ , a przecież ta pomocnicza strefa zajmuje do 20—25% długości promienia, tj. do 40% powierzchni dna paleniska i objętości pieca. Z termotechnicznego punktu widzenia wyżarzany materiał w takim pierścieniowym piecu przemieszcza się promieniowo od obwodu do środka i jest wygrzewany po każdym kolejnym podwyższeniu temperatury na każdej pierścieniowej orbicie o wymiarach równych odległości między gracami w kierunku promienia, a produkty spalania substancji lotnych i paliwa, tzn. podgrzewające gazy także przemieszczają się promieniowo od obwodu do środka. Ze względów termotechnicznych ważne w takim piecu jest to, że wymiana ciepła między materiałem i podgrzewającymi gazami zostaje przerwana w wyniku rozdzielania przy końcu ich dróg przebiegu w tym samym punkcie, w środku pieca i dlatego, jeżeli chce się doprowadzić do tego, żeby wychodzący z pieca wyżarzany materiał miał temperaturę 1300°C, jest konieczne, żeby gazy spalinowe wychodzące z niego miały temperaturę  $\sim 1400^\circ C$ .

To pociąga za sobą mniej więcej jednakowe promieniowanie cieplne od płomienia i od ogrzanego sufitu jednocześnie na całą powierzchnię warstwy materiału znajdującego się na dnie pieca. W takim wypadku nie jest możliwe wyróżnienie osobnej strefy ogrzewania o innej temperaturze.

Biorąc pod uwagę przewagę niezróżnicowanego promieniowania cieplnego całej powierzchni warstwy materiału, z termotechnicznego punktu widzenia w danym piecu działanie współprądu gazu w ogrzewaniu materiału węglowego nie jest najważniejsze, lecz najważniejsze wydaje się równomierne promieniowanie cieplne z prawie równo-

miernie rozżarzonego sufitu, gazów przy suficie oraz płomienia.

Pośrednio potwierdzono to w opisie patentowym gdzie mówi się o średniej temperaturze w środkowej komorze około 1093°C. W takich warunkach wymiany ciepła, charakteryzujących się zbyt bliskim rozmieszczeniem względem siebie płomieni podgrzewających i całego nagrzewanego materiału, nie można mówić o stopniowym i równomiernym nagrzewaniu materiału jako całości, ponieważ w bardzo różnych warunkach znajdują się kawałki na górze, w środku i na spodzie warstwy.

Przy wyraźnej przewodzie nagrzewania przez promieniowanie, górna powierzchnia leżących na wierzchu kawałków materiału węglowego otrzymuje o wiele więcej ciepła niż pozostałe kawałki, przy tym o tyle więcej o ile temperatura danego kawałka jest mniejsza. W ten sposób najbardziej intensywne nagrzewanie ma miejsce na poziomie „udar cieplnego” i przypada na część górnych kawałków jeszcze względnie zimnego materiału, niedawno wypchniętego przez pługową grację, przez okienko w ścianie działowej, z komory zewnętrznej albo komory podsuszania do komory wewnętrznej albo komory o wysokiej temperaturze.

Mniejszy będzie udar cieplny na kawałki znajdujące się na wierzchu po pierwszym przegrzaniu warstwy, jeszcze mniejszy po drugim itd., lecz generalnie, w składzie gotowego wyrobu będzie znaczny procent kawałków materiału węglowego złej jakości w wyniku lokalnego szybkiego nagrzewania.

W tym urządzeniu nie jest możliwe akcyjne i programowe regulowanie średniej temperatury między strefami w warstwie materiału, ponieważ w piecu tym działa prawo — czym materiał chłodniejszy, tym większa prędkość jego nagrzewania ponieważ ilość ciepła odbieranego przez materiał jest proporcjonalna do  $(T_1^4 - T_2^4)$ , tj. do różnicy czwartych potęg bezwzględnej temperatury nagrzewanego materiału, gdzie  $T_1$  — bezwzględna temperatura promieniujących płomieni i sufitu w przybliżeniu stała na długości promienia pieca.

Technologicznie oznacza to, że średnia prędkość nagrzewania materiału węglowego w zakresie 250—600°C będzie największa, w zakresie 600—900°C będzie średnia (przy występującym lokalnym przegrzaniu kawałków materiału węglowego, nieruchomo leżących po kilka minut na wierzchu warstwy) i w zakresie 900—1300°C prędkość nagrzewania będzie niepotrzebnie zaniżona, to znaczy na przebieg tego interwału będzie tracić się zbędny czas i miejsce w piecu.

Można poprawić ten stan, lecz w piecu z okrągłą komorą i przy takim stosunku promienia do wysokości, jedynie bardzo nieznacznie, wtedy gdy włącza się do pracy palnik i otwory do doprowadzania powietrza tylko w pobliżu środka pieca, to jest w pobliżu wyjścia gazów spalinowych. Jednakże obniża się przez to termiczną sprawność pieca.

Temperatura gazów odlotowych z tego pieca przy zachowaniu innych równorzędnych parametrów, jest zawsze wyższa niż w zwykłych piecach przeciwnych.

W ten sposób w wypadku pieca, w którym odzyskuje się część ciepła potrzebnego do żarzenia w wyniku spalania części lotnych, zalety takiego pieca ze względu na szereg innych wskaźników, w opisie są widoczne tylko w porównaniu z żarzeniem w piecach tunelowych i tyglach.

Znany jest również sposób wyżarzania koksu po-naftowego i urządzenie do jego stosowania. Urządzenie ma postać trzech obrotowych bębnow usytuowanych jeden nad drugim. Dwa z nich spełniają rolę pieca do wyżarzania, a trzeci ochładzalnika. Obrotowe bębny łączy kanał spalinowy i rynny do przesypywania wyżarzonego materiału w taki sposób, że wyjście dla wyżarzonego materiału z pierwszego bębna połączone jest z wlotem drugiego niżej położonego bębna, a wyjście gazów odlotowych z drugiego bębna połączone jest z wlotem gazów odlotowych w pierwszym bębnie wyżej położonym. We wlotowych powierzchniach czołowych oba bębny mają palniki i otwory do doprowadzania powietrza do spalania substancji lotnych. W rezultacie w takim urządzeniu koks z początku przechodzi pierwszy albo górny bęben współrędowo z gazami spalinowymi, które opuścił drugi niżej leżący bęben, nagrzewa się tam do 600—700°C i przesypuje się do wejścia drugiego bębna.

W tym samym miejscu, tj. do wlotu drugiego bębna podaje się podstawową ilość powietrza, a ponieważ koks jest nagrzany do 600—700°C i intensywnie wydziela substancje lotne, to następuje ich spalanie się z podawanym powietrzem i wytworzenie gazów spalinowych, przez co zapewnia się podstawową ilość ciepła potrzebną do wyżarzania. Koks przemieszcza się współrędowo ze strumieniem gazów spalinowych w drugim bębnie i nagrzewa się do założonej temperatury, na przykład do 1300°C, a następnie przechodzi do ochładzalnika.

W celu zapewnienia wymaganego stopnia nagrzewania koksu w pierwszym albo górnym bębnie przewidziano palnik w jego wejściowej powierzchni czołowej, a w jego środku przewidziano „urządzenie do wymiany ciepła” w postaci łopatek lub kubełków podnoszących koks i rzucających go do strumienia gazów spalinowych. Zwiększa to wykorzystanie ciepła gazów spalinowych, to znaczy zwiększa termiczną sprawność pieca.

Jednakże koks w procesie wyżarzania w zakresie 500°C, podczas wydzielania substancji lotnych i zmiany cząstkowych wiązań przechodzi przez specyficzny „obszar plastyczności”, tzn. ma kilkakrotnie zmniejszoną wytrzymałość mechaniczną i dlatego w tym wymienniku ciepła będzie on bardzo intensywnie zmieniał się w miaz, który przez strumienie gazów spalinowych będzie wynoszony z pieca w stanie niewyżarzonym. Takie urządzenie swoimi łopatkami lub kubełkami wytwarza w procesie wyżarzania w pierwszym bębnie znaczne ilości nowego miaz i pyłu, który razem z już istniejącym jest wynoszony w zupełnie jeszcze niewyżarzonym, lepkim stanie.

Wychwytywanie takiego pyłu jest skomplikowane i drogie w realizacji, przy czym po wyżarzeniu nie stanowi on gotowego wyrobu. Urządzenie to

zamykając w specyficzny pierścień pierwszy i drugi bębny do wyżarzania, zwiększyło żądanie i skomplikowało konstrukcję uszczelnień gorących powierzchni czołowych bębnow i rynien do przesypania nagrzanego koksu z bębna do bębna, których poza tym w urządzeniu jest więcej. Powszechnie wiadomo, że te elementy stanowią przyczynę większości zakłóceń procesu technologicznego. Urządzenie to w żadnym stopniu nie rozwiązuje problemu regulowania temperatury w najbardziej odpowiedzialnym zakresie 500—900°C.

Wprowadzenie od razu, w jedno miejsce, całej potrzebnej dla drugiego bębna ilości powietrza, powoduje spalanie substancji lotnych skoncentrowanych w bardzo niewielkiej przestrzeni. Oznacza to, że w miejscach tych występuje gwałtowne, miejscowe podwyższenie temperatury, niedopuszczalnie wzrasta współczynnik wymiany ciepła, tzn. ma miejsce „udar cieplny” i następuje istotna utrata jakości produkcji pod kątem jej przydatności w elektrotechnice.

Z opisu do świadectwa autorskiego ZSRR nr 239 206 znany jest jeszcze jeden sposób wyżarzania materiału węglowego i urządzenie do jego stosowania.

Urządzenie stanowi obrotowy piec bębnowy. Piec ten ma na jednej powierzchni czołowej otwór do załadunku, a na drugiej otwór do wyładunku rozżarzonego materiału węglowego. Piec zaopatrzony jest w palnik i w środki do wprowadzania powietrza do spalania substancji lotnych, wydzielających się w procesie wyżarzania materiału. Palnik i środki do wprowadzania powietrza usytuowane są od strony otworu do załadunku materiału węglowego, poza tym to urządzenie do wyżarzania materiału węglowego ma ochładzalnik usytuowany od strony otworu do wyładunku materiału węglowego.

Przez otwór do załadunku podaje się do pieca materiał węglowy. Materiał ten przechodzi strefę podsuszania i podgrzewania, nagrzewa się do temperatury początkującej wydzielanie substancji lotnych na skutek spalania paliwa podawanego przez palnik. Przy dalszym nagrzewaniu materiału wydzielają się z niego substancje lotne, a w samym materiale węglowym następuje przebudowa wiązań cząstkowych. Substancje lotne spalają się w powietrzu podawanym do pieca współprądowo z materiałem węglowym, a powstałe rozżarzone gazy spalinowe przechodzą przez kolejne strefy pieca o wysokiej temperaturze, zapewniając dalsze nagrzewanie materiału węglowego do 1250—1350°C.

Wilgoć wyparowana z materiału węglowego w strefie podsuszania przechodzi razem z powstającymi gazami przez całą długość pieca i w strefie 1000—1300°C styka się z rozżarzonego koksem i daje zgar drogiego materiału węglowego. Ponieważ w tym piecu stosuje się zasadę współprądowego przepływu, to cały ładowany do niego materiał, w tym miał i pył, przechodzi bez przeszkód całą długość pieca.

Jednakże ten piec do wyżarzania materiałów węglowych tylko około połowy potrzebnego mu ciepła otrzymuje w wyniku spalania substancji lotnych, a pozostałe potrzebne ciepło uzyskuje w wy-

niku spalania paliwa. To urządzenie do wyżarzania materiałów węglowych także jak i wyżej opisane nie rozwiązuje głównego problemu regulowania nagrzewania materiału węglowego w zakresie temperatur 500—900°C, w którym powstaje albo kryształiczna sieć atomów węgla i uzyskuje się dobrze grafityzowany artykuł, albo dominuje amorficzna odmiana węgla i artykuł traci cenne własności elektrotechniczne.

Termotechniczna analiza tego urządzenia wykazuje, że wtedy gdy całe powietrze podawane do tego pieca dojdzie do strefy wydzielania substancji lotnych, w tym miejscu musi utworzyć się krótki odcinek bardzo intensywnego spalania substancji lotnych, a więc nie można uniknąć niezwykle dużych prędkości nagrzewania materiału węglowego właśnie w drugiej strefie wydzielania substancji lotnych.

Ponieważ substancje lotne składają się głównie z metanu i wodoru, to w tym płomieniu powstaje temperatura do 1600°C i więcej i prowadzi to do znacznego obniżenia jakości wyżarzane materiału węglowego z punktu widzenia jego właściwości elektrotechnicznych.

Poza tym w urządzeniu tym, nie rozwiązano problemu zgaru, a nawet jest on tu większy niż we wcześniej znanych piecach, w wyniku tego, że cała wilgoć zawarta w materiale węglowym przechodzi w postaci pary przez capiec. Piec ten charakteryzuje się zwiększoną ilością CO<sub>2</sub> z gazów spalinowych i prawie podwójną ilością substancji utleniających rozżarzony koks i stąd pochodzi zwiększona ilość zgaru.

Ma on znacznie gorszy współczynnik sprawności termicznej spowodowany tym, że gazy spalinowe wychodzące z tego pieca współprądowo, nie mogą być ochładzane poniżej temperatury wychodzącego z pieca produktu, dlatego ich temperatura na wylocie wynosi około 1400°C. Ponieważ w płomieniu spalania substancji lotnych powstaje temperatura w przybliżeniu nie przekraczająca 1650—1700°C, to gazy spalinowe mogą oddać do wyżarzonego materiału tylko to ciepło, które zawierają w zakresie 1750—1400°C i bezprodukcyjnie wychodzi z pieca ciepło, które zawierają gazy spalinowe o temperaturze 1400°C, co wynosi około 80% wytworzonego w piecu ciepła.

Porównanie z przeciwprądowymi piecami do wyżarzania wykazuje, że ilość gazów spalinowych w piecu wyżej opisanym jest przykładowo 1,5 raza większa niż w przeciwprądowym piecu o tej samej wydajności co oznacza, że do tego pieca trzeba doprowadzić więcej powietrza, a to znów wymaga większej średnicy pieca, czyli pieca pochłaniającego więcej metalu i droższego. Poza tym urządzenie to dla pierwszej strefy, strefy podsuszania i nagrzewania do 800°C wymaga dodatkowego zużycia paliwa i może pracować według opisanego schematu jedynie przy zachowaniu warunku, że w wyżarzonym materiale zawartość substancji lotnych jest nie mniejsza niż 9—10%.

Celem wynalazku jest uniknięcie tych niedogodności.

Zadaniem wynalazku jest opracowanie prostego

i ekonomicznego urządzenia do wyżarzania materiału węglowego, które zapewniłoby wyżarzanie masy materiału węglowego w 100%, a także opracowanie takiego sposobu wyżarzania, w którym dokonuje się regulacji temperatury w najbardziej odpowiedzialnym zakresie 500—900°C.

Postawione zadanie rozwiązano dzięki temu, że w sposobie wyżarzania materiału węglowego w obrotowym piecu bębnowym poprzez stopniowe jego nagrzewanie do temperatury, około 1250—1350°C, wygrzewanie w tej temperaturze około 30 minut i ochłodzenie, zgodnie z wynalazkiem, materiał węglowy wprowadza się do obrotowego pieca w stanie wstępnie podgrzanym do temperatury początkowej wydzielania substancji lotnych, a dalsze nagrzewanie materiału węglowego do temperatury 1250—1350°C prowadzi się kosztem spalania substancji lotnych w powietrzu, które podaje się współrzędowo z materiałem węglowym i rozprowadza na całej długości strefy wydzielania substancji lotnych.

Zaleca się, żeby do nagrzewania materiału węglowego do temperatury początkującej wydzielanie substancji lotnych wykorzystać ciepło odzyskane z wylotowych gazów spalinowych podawanych przeciuprądowo z materiałem węglowym.

Jest pożądane, żeby powietrze do spalania substancji lotnych doprowadzono w stanie podgrzanym do temperatury niewiele przewyższającej temperaturę początkującą wydzielanie substancji lotnych.

Zadanie rozwiązano również w wyniku tego, że urządzenie do wyżarzania materiału węglowego zawierające obrotowy piec, zaopatrzony w środki do wprowadzania powietrza spalania substancji lotnych, wydzielających się w procesie wyżarzania materiału i mający w jednej powierzchni czołowej otwór do załadunku materiału węglowego, a w drugiej powierzchni czołowej otwór do wyładunku wyżarzonego materiału oraz zawierające ochładzalnik usytuowany po stronie otworu do wyładunku tego materiału, zgodnie z wynalazkiem, ma podgrzewacz materiału węglowego połączony z otworem do załadunku materiału węglowego, a środki do wprowadzania powietrza do pieca mają postać rozdzielczego króćca służącego do regulacji i rozprowadzania podawanego powietrza na całą długość strefy wydzielania substancji lotnych.

Celowe jest umieszczenie króćca po stronie otworu do załadunku materiału węglowego na czołowej, nieruchomej powierzchni pieca, przy czym jego długość powinna odpowiadać długości strefy wydzielania substancji lotnych i powinien on mieć równomiernie rozmieszczone na całej długości otwory wylotowe powietrza.

Zaleca się aby każdy otwór wylotowy króćca był zaopatrzony w zasuwę regulującą wydatek powietrza.

Jest pożądane, żeby podgrzewacz materiału węglowego był zaopatrzony w odpylacz cyklonowy usytuowany na wyjściu gazów spalinowych z wymienionego podgrzewacza. Odpylacz cyklonowy należy zaopatrzyć w separatory powietrzne, frakcjonujące wychwycone cząstki materiału węglowego,

Urządzenie w takim wykonaniu gwarantuje polepszenie jakości materiału węglowego po wyżarzeniu w wyniku regulacji i rozprowadzenia podawczego powietrza w najważniejszej strefie, w przedziale temperatury nagrzewanego materiału 500—900°C. Zapewnia to powolne, optymalne nagrzewanie, w wyniku którego materiał węglowy w procesie wyżarzania staje się materiałem, którego atomy węgla rozmieszczone są według sześciokątnej sieci krystalicznej, a przy następnym grafityzowaniu stają się materiałem, z którego wytworzone wyroby mają najlepsze wskaźniki elektrotechniczne.

Poza tym urządzenie to ma zwiększoną sprawność termiczną w wyniku wstępnego podgrzewania materiału węglowego w podgrzewaczu wykorzystującym ciepło odzyskane z gazów spalinowych. Poza zwykłą oszczędnością ciepła pozwala to na wytwarzanie mniejszej ilości ciepła w samym piecu i przez to na zmniejszenie w nim ilości gazów spalinowych, tzn. umożliwia istotne zmniejszenie strat ciepła uchodzącego z gazami spalinowymi z pieca współprądowego.

Jeszcze jednym skutkiem zmniejszonego zużycia ciepła w tym urządzeniu jest zdolność pracy urządzenia bez zaopatrywania go w paliwo z zewnątrz.

Urządzenie w takim wykonaniu pozwala także na wyżarzanie materiału węglowego o szerokim składzie granulometrycznym tzn. 100% masy.

Drobne frakcje i pył przemieszczają się współrzędowo z frakcjami kawałkowymi i z gazami spalinowymi przechodząc przez cały piec i część z nich zostaje wyniesiona z pieca razem z wychodzącymi gazami spalinowymi. Ponieważ jednak zostały one wyżarzone, tzn. wydzielili się z nich substancje lotne i są one nagrzane do 1250—1350°C można je wychwycić w dostatecznie pod względem technicznym doskonałym zespolonym cyklonie i po wygrzaniu i ochłodzeniu włączyć do gotowej produkcji.

Możliwość wyżarzania w tym urządzeniu, materiału węglowego o szerokim składzie granulometrycznym pozwala na znaczne, o 20—40% rozszerzenie bazy surowcowej w stosunku do pieców przeciuprądowych.

Na początek porównuje się sposób wyżarzania i urządzenie do jego stosowania według wynalazku z wcześniej znanym sposobem i urządzeniem tylko pod kątem osiągniętej jakości produkcji. Jeżeli przy wyżarzaniu materiału węglowego celem jest uzyskanie wyrobu o najlepszej właściwej przewodności elektrycznej, oznacza to, że należy dokonać wyboru sposobu wyżarzania i urządzenia, który daje możliwość nie stopniowego nagrzewania na ślepo w zakresie 500—900°C, lecz daje możliwość prowadzenia z założoną, optymalną prędkością regulowanego nagrzewania, które dla różnych materiałów może być nieco różne, w celu zapewnienia wymaganego charakteru przebudowy atomów węgla i uzyskania właśnie sześciokątnej albo grafityzowanej sieci wiązań atomów.

Według tego kryterium urządzenie według wynalazku rzeczywiście gwarantuje możliwość szybkiego określenia i utrzymania optymalnych warunków,

do czego nawet nie próbują pretendować — znane sposoby wyżarzania i urządzenia do stosowania tych sposobów.

Przy istniejącej na światowym rynku znacznej różnicy cen na wyżarzony koks elektrodowy przeciętnego gatunku i na koks gatunku ekstra, daje to znaczną przewagę tym przedsiębiorstwom, które przerabiają także gatunki produktów naftowych, które obecnie, przy starych sposobach wyżarzania, nie gwarantują w pełni uzyskania gatunku ekstra, lub które mają ograniczoną ilość naftowego surowca, z którego można otrzymać koks elektrodowy gatunku ekstra, przy obecnie znanej technice wyżarzania.

Nakłady inwestycyjne na urządzenie według wynalazku są co najmniej 1,5 raza mniejsze niż na inne urządzenia współprądowe i mniejsze o 15—25% niż na najbardziej dziś rozpowszechnione urządzenia przeciwpądowe. Różnica w kosztach eksploatacji jest znacznie wyższa, ponieważ urządzenie według wynalazku w ruchu praktycznie prawie zupełnie nie zużywa paliwa oraz ma mniej nieplanowanych przestojów, mniej pogarsza skład granulometryczny.

Bardzo istotne jest to, że urządzenie jest specjalnie przystosowane do wyżarzania 100% (całej) masy materiału węglowego, tzn. ma ono o 20—40% lub jeszcze bardziej zwiększoną bazę materiałową w stosunku do istniejącego, znanego stanu techniki wyżarzania. Urządzenie daje wyrób wysokiej jakości nawet wtedy, gdy do surowca domieszano znaczne ilości taniego mialu.

Przy jednakowym surowcu (pod względem procentowej zawartości mialu) urządzenie to daje, w wyniku likwidacji zgaru i małych strat, trochę lepszy uzysk węgla (do 95%), a przy dużych domieszkach mialu i pyłu daje uzysk węgla 93—93,5%, lecz wyżarza i przetwarza w gotowy produkt ulepszonej jakości o 1,3—1,5 raza większą ilość surowca.

I wreszcie sposób i urządzenia według wynalazku są łatwiejsze do zmian przystosowawczych, niż wcześniej znane, można więc przystosować je do wydajnej pracy w znacznie zróżnicowanej końcowej temperaturze wyżarzania.

Sprawdzenie jego działania w temperaturze 1550°C w warunkach połączenia wyżarzania i odsiarczania koksu o dużej zawartości siarki wykazało, że jego wydajność obniża się przy tym tylko o 20%, przy zachowaniu wszystkich innych zalet (dokładne regulowanie w zakresie temperatury 500—900°C nadwyżka substancji lotnych na całej długości pieca w tym i w strefach wysokiej temperatury, brak zapotrzebowania na paliwo z zewnątrz itp.).

Dopiero poczynając od 1600°C wzwyż urządzenie to gwałtownie zmniejsza wydajność i ekonomiczną efektywność. Znanie jest to, że przeciwpądowe piece przy końcowej temperaturze wyżarzania 1425°C zmniejszają wydajność 1,5 raza, a powyżej tej temperatury praktycznie nie nadają się do stosowania. W piecach współprądowych pierścieniowych granica ta leży nawet trochę niżej.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1

przedstawia schemat urządzenia według wynalazku do wyżarzania materiału węglowego, w przekroju podłużnym, fig. 2 — urządzenie w przekroju II — II z fig. 1, fig. 3 — wykres rozkładu temperatury w materiale węglowym w miarę przechodzenia przez urządzenie do wyżarzania według wynalazku.

Urządzenie do wyżarzania materiału węglowego zawiera obrotowy piec bębnowy 1 (fig. 1) zaopatrzony w króciec 2 do wprowadzania powietrza do spalania substancji lotnych wydzielających się w procesie wyżarzania i mający w jednej powierzchni czołowej otwór 3 do załadunku materiału węglowego, a w drugiej powierzchni czołowej otwór 4 do wyładunku wyżarzonego materiału węglowego i ochładzalnik 5 usytuowany po stronie otworu 4 do wyładunku materiału węglowego. Poza tym urządzenie ma podgrzewacz 6 materiału węglowego połączony z otworem 3 do załadunku materiału węglowego do obrotowego pieca 1.

Króciec 2 umocowany po stronie otworu 3 do załadunku materiału węglowego na czołowej nieruchomej powierzchni pieca 1, nazywanej także przednią ruchomą głowicą pieca (nie pokazane na rysunku), ma boczne otwory 7 wylotowe powietrza równomiernie rozmieszczone na jego długości. Długość króćca 2 odpowiada długości strefy wydzielania substancji lotnych. Każdy otwór 7 zaopatrzony jest w zasuwę 8 (fig. 2) regulującą wydatek powietrza.

Zasuwa 8 ma drążek 9 do zdalnego sterowania zasuwą. Na wyjściu gazów spalinowych z podgrzewacza 6 ustawiony jest zapalony cyklonowy odpylacz 10, zaopatrzony w powietrzny separator 11, frakcjonujący wychwycone cząstki materiału węglowego.

Do przeciągania gazów spalinowych przez podgrzewacz 6 i cyklonowy odpylacz 10 służy wentylator 12 wyciągający gazy spalinowe z bezpaleniskowego kotła 13.

Po przejściu gazów spalinowych przez podgrzewacz 6 i cyklonowy odpylacz 10 wentylator 12 kieruje je ponownie na przykład do bezpaleniskowego kotła 13 w celu dopalenia nie wychwyconych w cyklonowym odpylaczu 10 najdrobniejszych części pylistych materiału węglowego albo do filtru mającego względnie wysoką temperaturę i dalej do wylotu w kanał spalinowy.

Króciec 2 podający powietrze do spalania substancji lotnych do trzeciej strefy pieca albo strefy nagrzewania od 900 do 1300°C oprócz bocznych otworów 7 pracujących w drugiej strefie wydzielania substancji lotnych, ma środkową nasadkę lub dyszę 14 do przepuszczania pozostałej ilości powietrza, które nie przeszło przez boczne otwory 7.

Do regeneracyjnego nagrzewania powietrza doprowadzanego do króćca 2 przewidziano podgrzewacz powietrza 15 usytuowany za bezpaleniskowym kołem 13 współpracującym z wentylatorem 16.

Do pieca podłączony jest ochładzalnik 5 typu ociekowego, do którego woda podawana jest przez dwa przewody 17. Do odprowadzania pary wodnej, z ochładzalnika 5 przewidziany jest szeroki króciec 18, który skierowuje parę do skraplacza (nie po-

kazanego na rysunku), skąd ta zmięczona woda powraca znów do przewodów 17.

Do odprowadzania gazów spalinowych służy przebiegający przez ochładzalnik 5, nieruchomy króciec 10, stanowiący także pobocznice tylnej ruchomej głowicy pieca (nie pokazanej na rysunku).

Z króćca 19 gazy spalinowe przechodzą do gorącego cyklonu 20 zespolonego ze zbiornikiem 21 służącym do przetrzymywania przez około 30 minut wychwyconego z gazów spalinowych wyżarzonego mialu i pyłu. Pod zbiornikiem 21 usytuowany jest ochładzalnik 22 typu „water jacket” i separator 23 powietrzny frakcjonujący wychwycony mial i pył.

Odprowadzanie gazów spalinowych z urządzenia zapewnione jest przez wentylator wyciągowy 24.

W króćcu 2 ułożone są rurki 25 (fig. 2) stanowiące kompensacyjne przewody kołyszających termoelementów 26, dokonujących pomiarów temperatury koksu w końcu każdej substrefy w celu automatycznego, zdalnego regulowania położenia zasuw 8.

Urządzenie do wyżarzania materiału węglowego działa w sposób następujący:

Materiał węglowy wchodzi do podgrzewacza 6 i nagrzewa się do temperatury nieco niższej niż temperatura początkująca wydzielanie substancji lotnych, na przykład do 400°C, kosztem ciepła odzyskanego z wylotów gazów spalinowych, które podawane są przeciwnie do materiału węglowym. Przez otwór 3 do załadunku, materiał węglowy przesypuje się do obrotowego, bębnowego pieca 1.

Podczas przesypywania unosi się jakaś ilość pyłu, który stykając się z wdmuchiwanym do pieca 1 przez króciec 2 powietrzem nagrzanym do temperatury nieco wyższej niż temperatura początkująca wydzielanie substancji lotnych, na przykład do 500°C, zaczyna wydzielanie substancje lotne. Te ostatnie przy zetknięciu się z powietrzem natychmiast zapalają się, co zwiększa stopień nagrzewania — i w ten sposób przebiega dalej samozasilający się proces nagrzewania materiału węglowym. Praktycznie oznacza to, że piec 1 ma początek od razu na początku strefy drugiej albo strefy wydzielania substancji lotnych (500—900°C).

Dla zapobieżenia zbyt szybkiemu wzrostowi temperatury, powietrze podawane do pieca 1 jest rozprowadzane na całej długości pieca, zwłaszcza, na długości strefy wydzielania substancji lotnych, a podawanie go do którejkolwiek substrefy przez otwór 7, w króćcu 2 regulowane jest zasuwami 8 sterowanymi przez drążki 9 według wskazań termoelementów 26 znajdujących się w każdej substrefie.

Powietrze niewykorzystane do nagrzewania drugiej strefy wypływa z króćca 2 dalekoosnym strumieniem do trzeciej strefy, przez nasadkę 14 o najkorzystniejszej długości odpowiadającej długości trzeciej strefy albo strefy nagrzewania od 900 do 1300°C. W atmosferze pieca 1 wypełnionej nadmierną ilością substancji lotnych, strumień ten ma postać płomienia, który nagrzewa trzecią strefę.

Rozżarzone gazy, przechodząc dalej, zabezpiecza-

ją wyrównywanie strat ciepła w czwartej strefie albo strefie wygrzewania przy ~1300°C. Dalej materiał węglowy przechodzi przez otwór wyladowczy 4 i przez ochładzalnik 5, w którym jest stopniowo ochładzany w taki sposób, żeby uzyskać temperaturę wyrobu 110—130°C i wilgotność nie większą niż 0,1—0,2%.

Fig. 3 przedstawia przykład optymalnego wykresu wzrastania temperatury podczas wyżarzania materiału węglowego. Na wykresie na osi rzędnych naniesiono temperaturę w °C, a na osi odciętych odległości, równą długości podgrzewacza 6 i pieca 1.

Na wykresie są wyodrębnione: I-sza strefa albo strefa podsuszania i nagrzewania do 400°C, II-ga strefa albo strefa wydzielania substancji lotnych w przedziale temperatury 500—900°C, III-cia strefa dogrzewania od 900 do 1300°C, IV-ta strefa — strefa wygrzewania materiału węglowego przy ~1300°C.

Wykres obrazuje to, że tylko urządzenie do wyżarzania materiału węglowego według wynalazku, z jego wydłużonymi strefami obróbki termicznej materiału węglowego i z jego układem regulowania temperatury w najbardziej odpowiedzialnej, drugiej strefie (od 500 do 900°C), może zapewnić wzrastanie temperatury w drugiej strefie z prędkością 14,8°C na minutę.

Pod wykresem umieszczona jest niewielka tablica, w której podano długości każdej strefy (1 m), czas podgrzewania w każdej strefie  $\tau$  (w minutach) i prędkość nagrzewania w każdej poszczególnej strefie.

$$W = \frac{\Delta t}{\tau} \text{ w } ^\circ\text{C/min.}$$

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wyżarzania materiału węglowego w obrotowym piecu bębnowym poprzez stopniowe jego nagrzewanie do temperatury około 1250—1350°C, wygrzewania w tej temperaturze przez około 30 minut i ochłodzenie, **znamienny tym**, że materiał węglowy wprowadzany do obrotowego pieca podgrzewa się wstępnie do temperatury początkującej wydzielanie substancji lotnych, a dalsze nagrzewanie materiału węglowego do temperatury 1250—1350°C prowadzi się kosztem spalania substancji lotnych w powietrzu, które podaje się współprądowo z materiałem węglowym i rozprowadza na całej długości strefy wydzielania substancji lotnych.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do nagrzewania materiału węglowego do temperatury początkującej wydzielanie substancji lotnych stosuje się ciepło regeneracyjne z wylotowych gazów spalinowych, które podaje się przeciwnie do w stosunku do materiału węglowego.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że powietrze spalania substancji lotnych podaje się w stanie nagrzanym do temperatury nieco wyższej niż temperatura początkująca wydzielanie substancji lotnych.

4. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1, zawierające obrotowy piec bębnowy, za-

patrzony w mechanizm do wprowadzania powietrza do spalania substancji lotnych, wydzielających się w procesie wyżarzania materiału i mający w jednej powierzchni czołowej otwór do załadunku materiału węglowego, a w drugiej powierzchni czołowej otwór do wyładunku wyżarzanego materiału węglowego oraz zawierające ochładzalnik usytuowany po stronie otworu do wyładunku tego wyżarzonego materiału, **znamiennie tym**, że ma podgrzewacz (6) materiału węglowego połączony z otworem (3) do załadunku materiału węglowego do obrotowego pieca (1), a mechanizm do wprowadzania powietrza do pieca (1) ma postać rozdzielczego i regulowanego króćca (2) rozprowadzającego powietrze na całej długości strefy wydzielania substancji lotnych.

5. Urządzenie według zastrz. 4, **znamiennie tym**, że króciec (2) usytuowany jest po stronie otworu

(3) do załadunku materiału węglowego na czołowej nieruchomej powierzchni pieca (1) i że ma długość odpowiadającą długości strefy wydzielania substancji lotnych i jest zaopatrzony w otwory (7) wylotowe powietrza równomiernie rozmieszczone na całej jego długości.

6. Urządzenie według zastrz. 5, **znamiennie tym**, że każdy wylotowy otwór (7) króćca (2) zaopatrzony jest w zasuwę (8) do regulacji wydatku powietrza.

7. Urządzenie według zastrz. 4, **znamiennie tym**, że podgrzewacz (6) materiału węglowego zaopatrzony jest w odpylacz cyklonowy (10) usytuowany na wyjściu gazów spalinowych z podgrzewacza.

8. Urządzenie według zastrz. 7, **znamiennie tym**, że odpylacz cyklonowy (10) zaopatrzony jest w powietrzny separator (11) frakcjonujący wychwycone cząstki materiału węglowego.

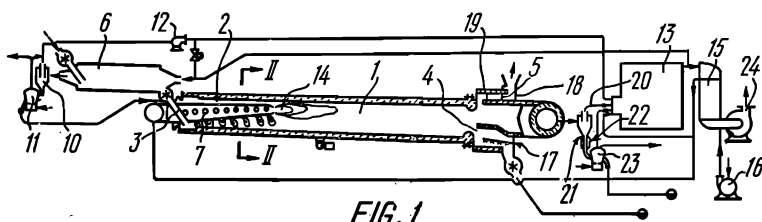


FIG. 1

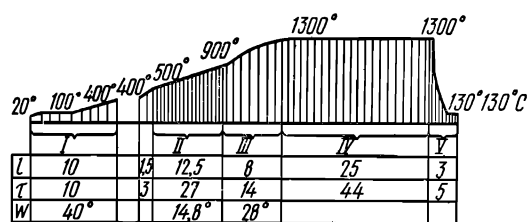


FIG. 3

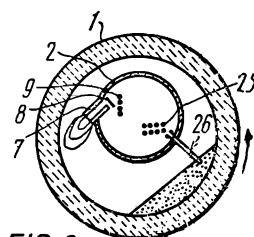


FIG. 2

