

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **206845**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **376120**

(22) Data zgłoszenia: **01.10.2003**

(86) Data i numer zgłoszenia międzynarodowego:

01.10.2003, PCT/IB03/004504

(87) Data i numer publikacji zgłoszenia międzynarodowego:

15.04.2004, WO04/031654

(51) Int.Cl.

F23K 3/02 (2006.01)

(54) **Sposób sterowania układem do magazynowania, doprowadzania i spalania paliwa
pyłowego oraz układ sterowania układem do magazynowania, doprowadzania
i spalania paliwa pyłowego**

(30) Pierwszeństwo:

01.10.2002, US, 10/261,968

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

12.12.2005 BUP 25/05

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

30.09.2010 WUP 09/10

(73) Uprawniony z patentu:

VITRO GLOBAL, S.A., Givisiez, CH

(72) Twórca(y) wynalazku:

**IVÁN JORGE SOLIS-MARTINEZ,
Monterrey, MX**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Szafruga Anna
POLSERVICE Kancelaria Rzeczników
Patentowych spółka z ograniczoną
odpowiedzialnością**

PL 206845 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób sterowania układem do magazynowania, doprowadzania i spalania paliwa pyłowego oraz układ sterowania układem do magazynowania, doprowadzania i spalania paliwa pyłowego. Wynalazek znajduje zastosowanie w przemyśle szklarskim i służy do doprowadzania i spalania paliwa pyłowego w piecu szklarskim.

Wytapianie szkła przeprowadza się w różnych typach pieców, jak również z użyciem różnych typów paliw, w zależności od końcowych właściwości wyrobu a także z uwzględnieniem sprawności termicznej procesu topienia i klarowania. Do wytapiania szkła używa się zespołowych pieców do topienia (opalanых paliwem gazowym), w których znajduje się kilka palników rozmieszczonych wzdłuż boków pieca, przy czym każdy zespół wygląda jak zamknięta skrzynia, w której znajduje się komin, który można umieścić albo na początku podajnika albo na końcu pieca, to znaczy, na wylocie. Jednakże występuje nienormalna strata ciepła w szkło opuszczającym piec pracujące w wysokiej temperaturze. Na przykład, przy temperaturze 1371°C (2500°F) ciepło znajdujące się w gazach spalinowych stanowi 62 procent ciepła doprowadzonego do pieców opalanych gazem ziemnym.

W celu uzyskania korzyści z ciepła pozostałego w gazach spalinowych, stosuje się bardziej skomplikowaną i drogą konstrukcję, znaną jako piec regeneracyjny. Dobrze wiadomo, że w celu eksploatacji regeneracyjnego pieca szklarskiego, z parą szczelnie zamkniętych regeneratorów usytuowanych obok siebie, jest związanych szereg palników gazowych. W każdym regeneratorze znajduje się komora dolna, struktura ogniotrwała nad komorą dolną oraz komora górna nad tą strukturą. W każdym regeneratorze znajduje się odpowiednie okno połączone z odpowiednią komorą górną, z komorą topienia i klarowania szkła. Palniki są skonstruowane w taki sposób, że spalają paliwo, takie jak gaz ziemny, ropę naftową lub inne paliwa gazowe lub płynne, nadające się do stosowania w piecach szklarskich, a tym samym dostarczające ciepło do topienia i klarowania materiałów do wyrobu szkła w komorze. Do komory topienia i klarowania szkła doprowadza się materiały do wyrobu szkła na jednym jej końcu, na którym znajduje się kieszeń zasypowa, a na której drugim końcu znajduje się rozdzielacz stopionego materiału, w którym znajduje się szereg okien, przez które może być usuwane stopione szkło z komory topienia i klarowania.

Palniki mogą być zainstalowane w szeregu możliwych konfiguracji, na przykład, w układzie przetłokowym przez okno, w układzie obok okna lub w układzie pod oknem. Paliwo, na przykład gaz ziemny, jest doprowadzane z palnika do strumienia wlotowego wstępnie ogrzanego powietrza nazywanego również „powietrzem do spalania”, wypływającym z każdego regeneratora podczas cyklu spalania lub sekwencji odwracania, a powstały płomień i produkty spalania wytwarzane w tym płomieniu, płyną po powierzchni stopionego szkła, przenosząc ciepło do tego szkła w komorze topienia i klarowania.

W trakcie eksploatacji, regeneratory są uruchamiane naprzemiennie pomiędzy cyklami powietrza do spalania i ciepła wylotowego. Co 20 lub 30 minut, w zależności od konkretnych pieców, droga płomieni jest odwracana. Zadaniem każdego regeneratora jest zgromadzenie ciepła wylotowego, co umożliwia uzyskanie większej sprawności i wyższej temperatury płomieni, jakich nie można uzyskać za pomocą normalnego powietrza z otoczenia.

W celu zapewnienia działania pieca szklarskiego doprowadza się paliwo do palników oraz reguluje się doprowadzane powietrze do spalania mierząc strumień powietrza wytwarzany na wylocie z wentylatora do spalania i na górze struktury, przy czym ilość tlenu i spalanego materiału potrzebnych do zapewnienia tego aby w komorze topienia albo w punktach wzdłuż komory topienia, ilość doprowadzanego powietrza do spalania była mniejsza niż taka, która jest potrzebna do całkowitego spalania doprowadzanego paliwa.

W przeszłości paliwem używanym do wytapiania szkła był olej opałowy pochodzący z destylacji ropy naftowej. Przez szereg lat stosowano ten rodzaj paliwa, ale zaostrenie przepisów o ochronie środowiska zmusza do zmniejszania ilości oleju opałowego, ponieważ ten rodzaj oleju ma zanieczyszczenia pochodzące z ropy naftowej, takie jak siarka, wanad, nikiel i pewne inne metale ciężkie. Ten rodzaj oleju opałowego wytwarza takie zanieczyszczenia jak SO_x , NO_x i pyły. Ostatnio w przemyśle szklarskim stosuje się gaz ziemny jako paliwo o większej czystości. W gazie ziemnym nie ma żadnych metali ciężkich i siarki, pochodzących z płynnego strumienia pozostałości po ropie naftowej z destylacji. Jednakże wysoka temperatura występująca w płomieniach pochodzących ze spalania gazu ziemnego jest bardzo skuteczna o ile chodzi o wytwarzanie większych ilości NO_x niż innych substancji zanieczyszczających. W związku z tym starano się opracować palniki do spalania gazu ziemnego o niskim wytwarzaniu NO_x . Ponadto opracowano różnorodne technologie zapobiegające powstawaniu NO_x .

Takim przykładem jest technologia „oxy-fuel”, w której to w procesie spalania stosuje się tlen zamiast powietrza. Technologia ta ma jednak tę niedogodność, że wymaga pieca do topienia ze specjalnie przygotowanymi zespołami ogniotrwałymi ze względu na konieczność wyeliminowania infiltracji powietrza. Wskutek użycia tlenu powstaje wyższa temperatura płomienia, ale przy braku azotu następuje gwałtowne zmniejszenie wytwarzania NO_x .

Inną niedogodnością procesu „oxy-fuel” jest koszt samego tlenu. W celu jego obniżenia trzeba usytuować obok pieca wytwórnię tlenu, skąd doprowadza się potrzebną ilość tlenu do prowadzenia procesu topienia.

Jednakże stale rosnąca spirala kosztów energii (głównie gazu ziemnego) wymusiła na głównych producentach szkła typu float dodawanie „dodatkowych obciążeń” do ładunków płaskiego szkła. Ceny gazu ziemnego wzrosły w tym roku o ponad 120% znacznie powyżej poprzednich szacunków.

Powszechna zgoda pomiędzy producentami przemysłu szklarskiego polega na tym, że dystrybutorzy zostaną zmuszeni do baczniejszego przyjrzenia się tym nowym „dodatkowym obciążeniom” i najprawdopodobniej zostaną zmuszeni do ich akceptacji.

Mając na uwadze stan dotychczasowy, wynalazek dotyczy stosowania różnych technologii w celu zmniejszenia kosztów wytopu, przy użyciu paliw stałych pochodzących z pozostałości ropy z wież destylacyjnych, takich jak koks ponaftowy, w celu użycia do produkcji szkła w sposób czysty pod względem środowiskowym.

Główna różnica dla tego typu paliwa pochodzącego z oleju opałowego i gazu ziemnego polega na fizycznym stanie materii, ponieważ olej opałowy jest w fazie płynnej, gaz ziemny jest w fazie gazowej, natomiast koks ponaftowy jest, na przykład, w stanie stałym. W oleju opałowym i koksie ponaftowym znajdują się takie same rodzaje zanieczyszczeń, ponieważ oba pochodzą z pozostałości z wież destylacyjnych do ropy naftowej. Znacząca różnica polega na ilości zanieczyszczeń zawartych w każdym z nich. Koks ponaftowy jest wytwarzany w trzech różnych typach procesów, nazywanych opóźnionym, płynnym i uniwersalnym. Pozostałości z procesu destylacji umieszcza się w bębnach, a następnie podgrzewa do temperatury od 482°C do 538°C (od 900°F do 1000°F) przez okres do 36 godzin w celu usunięcia większości pozostałych substancji lotnych z substancji resztkowych. Substancje lotne odprowadza się z górnej części bębnow kotłów koksowniczych, a pozostały w kotłach materiał jest twardą skałą składającą się w około 90 procentach z węgla oraz reszty wszystkich zanieczyszczeń z używanej ropy naftowej. Skałę tę usuwa się z kotłów za pomocą wiertel hydraulicznych i pomp wodnych.

Typowy skład koksu ponaftowego jest następujący: węgiel około 90%; wodór około 3%; azot około 2% do około 4%; tlen około 2%; siarka od około 0,05% do 6%; oraz inne około 1%.

Stale paliwa ponaftowe stosowano już w przemyśle cementowym i energetyce parowej. Według Pace Consultants Inc. używanie koksu ponaftowego w roku 1999 do produkcji cementu i w energetyce wynosiło, odpowiednio, od 40% do 14%.

W obu tych gałęziach przemysłu, jako bezpośredni układ opalania stosuje się spalanie koksu ponaftowego, w którym to procesie atmosfera wytwarzania wskutek spalania paliwa znajduje się w bezpośredniej styczności z wyrobem. W wypadku produkcji cementu, do zapewnienia odpowiednich warunków termicznych wymaganych przez wyrób potrzebny jest piec obrotowy. W tym piecu obrotowym zawsze powstaje skorupa stopionego cementu, wskutek czego unika się bezpośredniej styczności gazów spalinowych i płomieni z materiałami ogniotrwałymi pieca, unikając w ten sposób ich atakowania. W tym wypadku wyrób kalcynowany (cement) wchłania gazy spalinowe, wskutek czego unika się erozyjnego i ściernego działania wanadu, SO_3 i NO_x w piecu obrotowym.

Jednakże ze względu na wysoką zawartość siarki i wanadu, używanie koksu ponaftowego jako paliwa nie jest powszechne w przemyśle szklarskim, ze względu na ujemne oddziaływanie na strukturę materiałów ogniotrwałych a ponadto ze względu na problemy z ochroną środowiska.

W przemyśle szklarskim używa się kilku rodzajów materiałów ogniotrwałych, przy czym większość z nich jest wykorzystana do realizacji różnych funkcji, nie tylko pod względem warunków termicznych, ale również ze względu na odporność chemiczną i erozję mechaniczną spowodowaną zanieczyszczeniami znajdującymi się w paliwach kopalnych.

Stosowanie paliwa kopalnego jako głównego źródła energii powoduje doprowadzanie do pieca różnych rodzajów metali ciężkich znajdujących się w paliwie, takich jak: pięciotlenek dwuwanu, tlenek żelaza, tlenek chromu, kobalt, itp. W procesie spalania większość ciężkich metali odparowuje ze względu na niskie ciśnienie par tlenku metalu i wysoką temperaturę w piecu do wytapiania.

Chemiczną właściwością gazów spalinowych wypływających z pieca jest głównie kwasowość, ze względu na wysoką zawartość siarki z paliwa kopalnego. Również pięciotlenek dwuwanu zachod-

wuje się kwasowo tak jak siarkowe gazy spalinowe. Tlenek wanadu jest jednym z metali stanowiących źródło uszkodzeń podstawowych materiałów ogniotrwałych, ze względu na kwasowe zachowanie się tego tlenku w stanie gazowym. Powszechnie wiadomo, że pięciotlenek dwuwanadu silnie reaguje z tlenkiem wapnia, tworząc w temperaturze 1275°C ortokrzemian dwuwapnia.

Ortokrzemian dwuwapnia kontynuuje niszczenie, tworząc fazę merwinitu i monticelitu, a na końcu forsterytu, który reagując z pięciotlenkiem dwuwanadu, tworząc wanadan triwapnia o niskiej temperaturze topienia.

Jedynym sposobem zmniejszenia szkód powodowanych głównym materiałem ogniotrwałym jest zmniejszenie ilości tlenku wapnia w głównych materiałach ogniotrwałych w celu eliminacji powstawania ortokrzemianu dwuwapnia, który kontynuuje reagowanie z pięciotlenkiem dwuwanadu aż do możliwości uszkodzenia materiału ogniotrwałego.

Z drugiej strony, głównym problemem ze stosowaniem koksu ponaftowego jest powiązanie z wysoką zawartością siarki i wanadu, które mają negatywne oddziaływanie na strukturę materiałów ogniotrwałych w piecach. Największym wymaganiem stawianym właściwościom materiałów ogniotrwałych jest oparcie się działaniu podwyższonej temperatury przez dłuższe okresy czasu. Ponadto muszą one być zdolne do wytrzymania nagłych zmian temperatury, wytrzymania erozyjnego działania stopionego szkła, korozyjnego działania gazów oraz sił ściernych cząstek w atmosferze.

Zjawisko działania wanadu na materiały ogniotrwałe analizowano w różnych artykułach, tj. w artykule Roya W. Brona i Karla H. Sandmeyera „Wpływ wanadanu sodu na superstrukturę materiałów ogniotrwałych”, część I i II, The Glass Industry Magazine, wydania z listopada i grudnia 1978. W artykule tym badacze analizowali różne lane materiały ogniotrwałe, mające za zadanie wytrzymanie ataku wanadu w płynących substancjach lanych, takich jak zawierających korund plus tlenek cyrkonu plus krzemionka (AZS), alfa-beta korund, korund alfa i korund beta, które są powszechnie używane w superstrukturach zbiorników szkła.

J.R. McLaren i H.M. Richardson w artykule „Działanie pięciotlenku dwuwanadu na albumino-krzemianowe materiały ogniotrwałe” opisują szereg doświadczeń, w których zrealizowano zniekształcenie stożka na szeregu zmielonych próbek z cegły z zawartością korundu 73%, 42% i 9%, przy czym każda próbka zawierała domieszki pięciotlenku dwuwanadu, samego albo w połączeniu z tlenkiem sodu lub tlenkiem wapnia.

Omówienie wyników skoncentrowano na działaniu pięciotlenku dwuwanadu, działaniu pięciotlenku dwuwanadu na tlenek sodu oraz działaniu pięciotlenku dwuwanadu na tlenek wapnia. Autorzy doszli do następujących wniosków:

1. mulit wytrzymuje działanie pięciotlenku dwuwanadu w temperaturach do 1700°C;
2. nie znaleziono dowodów na powstawanie związków krystalicznych lub stałych roztworów pięciotlenku dwuwanadu i korundu lub pięciotlenku dwuwanadu i krzemionki;
3. pięciotlenek dwuwanadu może działać jak mineralizator podczas odżużlania zawierających korundo-krzemian materiałów ogniotrwałych za pomocą popiołu olejowego, ale nie jest głównym środkiem żużlującym;
4. pomiędzy pięciotlenkiem dwuwanadu a tlenkami sodu lub wapnia powstają związki o niskiej temperaturze topienia, zwłaszcza dla tego pierwszego;
5. w reakcjach pomiędzy wanadanami sodu lub wapnia i korundo-krzemianami, powstają żużle o niższej temperaturze topienia z materiałami zawierającymi więcej krzemionki niż z materiałami zawierającymi więcej korundu.

T.S. Buscy i M. Carter w artykule „Wpływ SO_3 , Na_2SO_4 i V_2O_5 na minerały wiążące w podstawowych materiałach ogniotrwałych”, Glass Technology, tom 20, kwiecień 1979, omówili badania szeregu spinali i krzemianów, minerałów spajających w głównych materiałach ogniotrwałych, w atmosferze siarkowej pomiędzy 600°C a 1400°C, zarówno z dodatkiem jak i bez dodatków Na_2SO_4 i V_2O_5 . Stwierdzono, że niektóre MgO i CaO w tych minerałach przekształciły się w siarczany. Szybkość reakcji rosła wskutek obecności dodatków Na_2SO_4 i V_2O_5 . Wyniki tych badań wskazują, że CaO i MgO znajdujące się w głównych materiałach ogniotrwałych mogą przekształcić się w siarczany, jeżeli używa się ich w piecu, w którym w gazach wylotowych znajduje się siarka. Siarczan wapnia powstaje w temperaturach poniżej 1400°C, a siarczan magnezu w temperaturze poniżej 1100°C.

Jednakże, jak opisano powyżej, wpływ wanadu na materiały ogniotrwałe powoduje szereg problemów w piecach szklarskich, których jeszcze nie rozwiązano.

Inny problem z użyciem koksu ponaftowego jest związany ze środowiskiem naturalnym. Wysoka zawartość siarki i metali, takich jak nikiel i wanad, powstających wskutek spalania koksu ponafto-

wego, powoduje problemy ekologiczne. Jednakże istnieją już rozwiązania umożliwiające zmniejszenie lub odsiarczenie koksu ponaftowego o wysokiej zawartości siarki (powyżej 5% wagowo). Na przykład, w opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 4 389 388 udzielonym Charles'owi P. Goforthowi, 21 czerwca 1983, przedstawiono odsiarczanie koksu ponaftowego. Koks ponaftowy przetwarza się w celu zmniejszenia zawartości siarki. Zmielony koks doprowadzono do zetknięcia się z gorącym wodorem, w warunkach podwyższonego ciśnienia, przez okres czasu około 2 do 60 sekund. Odsiarczany koks nadaje się do zastosowania w metalurgii lub w elektrodach.

W opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki Nr 4 857 284 udzielonym Rolfowi Haukowi, 15 sierpnia 1989, przedstawiono proces usuwania siarki z gazów spalinowych z szybowego pieca redukcyjnego. W patencie tym opisano nowy proces usuwania siarki zawartej w związku gazowym poprzez absorpcję z co najmniej części gazów spalinowych z szybowego pieca redukcyjnego do wytopu rudy żelaza. Gazy spalinowe początkowo oczyszcza się w płucze wieżowej i chłodzi, a następnie odsiarcza, podczas którego to procesu materiał pochłaniający siarkę stanowi część żelaza gąbczastego wytwarzanego w szybowym piecu redukcyjnym. Korzystnie, odsiarczanie odbywa się w temperaturze w przedziale 30°C do 60°C. Korzystnie, przebiega ono na CO₂ wydzielonym z gazu z wielkiego pieca i gazowej części z wielkiego pieca używanej jako gaz eksportujący.

W opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki Nr 4 894 122 udzielonym Arturo Lazcano-Navarro i innym, 16 stycznia 1990, przedstawiono proces odsiarczania pozostałości po destylacji ropy naftowej w postaci cząstek koksu o początkowej zawartości siarki większej niż około 5% wagowych. Odsiarczanie jest realizowane za pomocą ciągłego procesu elektrochemicznego opartego na szeregu kolejno połączonych złożeń fluidalnych, do których wprowadza się stopniowo cząstki koksu. Potrzebne do odsiarczania ciepło uzyskuje się za pomocą cząstek koksu jako oporu elektrycznego, w każdym złożu fluidalnym poprzez umieszczenie pary elektrod, które wchodzą we fluidalne cząstki koksu i przepuszczanie prądu elektrycznego przez elektrody i przez fluidalne cząstki koksu. Zastosowano jako ostatnie fluidalne złożenie bez elektrod przeznaczone do chłodzenia odsiarczanych cząstek koksu po zmniejszeniu poziomu zawartości siarki do poniżej około 1% wagowo.

W opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 5 259 864 udzielonym Richardowi B. Greenwaltowi, 9 listopada 1993, przedstawiono sposób zarówno usuwania materiału niepożądanego ze względów ekologicznych, zawierającego koks ponaftowy i siarkę oraz zawarte w nim ciężkie metale oraz sposób dostarczania paliwa do procesu wytwarzania wstępnych produktów stopionego żelaza i stali oraz gazu redukcyjnego w czadnicy kotła do wytopiania, mającego górny koniec załadunku paliwa, koniec wylotowy gazu redukcyjnego, dolny koniec wylotu stopionego metalu i zbierania żużla, oraz środki zapewniające wlot do ładowania materiału żelaznego do czadnicy kotła do wytopiania; wprowadzanie koksu ponaftowego do czadnicy pieca do wytopiania w górnym końcu załadunku paliwa; wdmuchiwanie gazu zawierającego tlen do koksu ponaftowego w celu utworzenia co najmniej pierwszego złoża fluidalnego z cząstek koksu z koksu ponaftowego; wprowadzanie materiału żelaznego do czadnicy pieca do wytopiania za pomocą środków wlotowych, reagowanie koksu ponaftowego, tlenu i cząsteczkowego materiału żelaznego do spalania głównej części koksu ponaftowego w celu wytworzenia gazu redukcyjnego i stopionych preproduktów żelaza lub stali zawierających ciężkie metale uwolnione w procesie spalania koksu ponaftowego oraz żużel zawierający siarkę uwolnioną w procesie spalania koksu ponaftowego.

Dodatkowym czynnikiem, jaki należy wziąć pod uwagę w przemyśle szklarskim, jest regulowanie wpływu na środowisko naturalne głównie pod względem zanieczyszczenia powietrza. Piec do spalania wytwarza ponad 99% zarówno cząstek stałych jak i zanieczyszczeń gazowych spośród całej emisji z zakładów szklarskich. Gaz spalinowy z pieców szklarskich składa się głównie z dwutlenku węgla, azotu, pary wodnej, tlenków siarki i tlenków azotu. Gazy spalinowe wydalone z pieców szklarskich wytwarzane z paliw i gazów powstających w procesie wytopiania partii materiału, co z kolei zależy od przebiegających w tym samym czasie reakcji chemicznych. Udział gazów składowych w piecach opalanych wyłącznie płomieniowo wynosi od 3% do 5% całkowitej objętości gazów.

Udział składników zanieczyszczających powietrze w gazach spalinowych zależy od typu spalnego paliwa, jego wartości opałowej, temperatury powietrza do spalania, konstrukcji palnika, konfiguracji płomieni oraz dostaw powietrza nadmiarowego. Tlenki siarki zawarte w gazach spalinowych opuszczających piece szklarskie pochodzą z używanego paliwa, jak również ze stopionej partii wsadu.

Zaproponowano różne mechanizmy, takie jak odparowywanie tych tlenków i wodorotlenków metali. Bez względu na przypadek, powszechnie wiadomo, na podstawie analizy chemicznej rzeczywi-

stych materiałów cząstkowych, że ponad 70% materiałów stanowią związki sodu, około 10% do 15% stanowią związki wapnia, a resztę głównie magnez, żelazo, krzemionka i korund.

Innym ważnym czynnikiem w piecach szklarskich jest emisja SO_2 . Emisja SO_2 jest funkcją siarki zawartej w surowcach i w paliwie. W czasie ogrzewania pieca, tak jak po wzroście poziomu produkcji, wydzielą się duże ilości SO_2 . Wskaźnik emisji SO_2 mieści się w przedziale od około 1,14 kg na tonę (2,5 funta na tonę) wytopionego szkła aż do 2,27 kg na tonę (5 funtów na tonę). Stężenie SO_2 na wylocie wynosi w przybliżeniu od 100 ppm do 300 ppm w wypadku wytapiania za pomocą gazu ziemnego. W wypadku używania paliwa o wysokiej zawartości siarki, ilość SO_2 wynosi w przybliżeniu 1,8 kg na tonę (4 funty na tonę) szkła dla każdego 1% zawartości siarki w paliwie.

Z drugiej strony, powstawanie NO_x jako rezultat prowadzenia procesów spalania badano i opisano w pracach szeregu autorów (Zeldovich, J. Utlenianie azotu podczas spalania i wybuchów. *Acta. Physiochem.* 21 (4) 1946; Edwards, J. B. Spalanie: Powstawanie i emisje substancji śladowych. *Ann Arbor Science Publishers*, 1974. s-39). Zagadnienie to rozpoznano również przez Emissions Standards Division, Office of Air Quality Planning and Standards, USEPA, w ich raporcie „Emisje NO_x z produkcji szkła” i zamieszczono badania Zeldovicha na temat jednorodnego powstawania NO_x oraz Edwardsa przedstawiając jego równania empiryczne. Zeldovich opracował stałe wydajności o powstawaniu NO i NO_2 w wyniku wysoko temperaturowych procesów spalania.

Na końcu, w normalnych warunkach eksploatacyjnych, w których płomienie są prawidłowo wyregulowane a do pieca nie doprowadza się za mało powietrza do spalania, w gazach wylotowych znaleziono bardzo mało CO lub innych substancji reszkowych powstałych z niezupełnego spalania paliw kopalnych. Stężenie gazu w tych substancjach będzie mniejsze niż 100 ppm, prawdopodobnie mniejsze niż 50 ppm, przy wskaźniku produkcji poniżej 0,2%/tonę. Sterowanie tymi zanieczyszczeniami polega po prostu na prawidłowym ustawieniu spalania.

Techniki przetwarzania w wypadku redukcji emisji substancji gazowych są w zasadzie ograniczone do prawidłowego wyboru paliw do spalania i surowców, jak również do konstrukcji i eksploatacji pieca. W opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 5 023 210 udzielonym Michaelowi Bubel i innym, 1 października 1991, opisano sposób i urządzenie do oczyszczania gazów spalinowych, zwłaszcza w odniesieniu do odsiarczania i eliminacji NO_x z gazów spalinowych poprzez wieloetapową adsorpcję i reakcję katalityczną w złożach z granulowanymi materiałami z węglem, przy przepływie grawitacyjnym doprowadzanym do zetknięcia gazu z poprzecznym strumieniem pary, w którym istnieje minimalna liczba dwóch ruchomych złożów usytuowanych szeregowo względem drogi przepływu gazu tak, że następuje eliminacja NO_x w drugim lub dowolnym wylotowym ruchomym złożu. W wypadku konieczności oczyszczenia dużych ilości gazów spalinowych z pieców przemysłowych, oczyszczaniu przeciwdziała powstawanie strug gazu o znacznie zmieniających się stężeniach dwutlenku siarki. Wadę tę wyeliminowano w ten sposób, że oczyszczone gazy spalinowe wypływające z pierwszego ruchomego złoża i posiadające lokalnie zmienny gradient stężenia dwutlenku siarki, są poddawane powtarzalnemu mieszanemu przed dodaniem amoniaku jako substratu reakcji do eliminacji NO_x .

W opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 5 636 240 udzielonym Jeng-Syanowi i innym, 3 czerwca 1997, opisano proces regulowania zanieczyszczenia powietrza oraz urządzenie do pieców szklarskich do stosowania na wylocie gazów wylotowych na wylocie z pieca obejmujący przepływ gazów spalinowych przez wieżę neutralizującą typu natryskowego poprzez wtryskiwanie absorbentu (NaOH) w celu zmniejszenia nieprzezroczystości gazów spalinowych, oraz zastosowanie pneumatycznego pyłowego urządzenia podającego w celu okresowego doprowadzania popiołu lotnego lub wodorotlenku wapnia w strumieniu pomiędzy wieżą neutralizującą typu natryskowego a stacją filtrów workowych w celu utrzymania normalnego funkcjonowania worków filtrujących w stacji filtrów workowych.

Mając na uwadze to wszystko powyżej, w zgłoszeniu patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 10/601167 tego samego wnioskodawcy co niniejsze zgłoszenie, opisano sposób i urządzenie do doprowadzania i do spalania pyłowego koksunaftowego w piecu szklarskim. We wspomnianym wynalazku, pyłowy koks naftowy składający się z węgla, siarki, azotu, wanadu, żelaza i niklu, jest spalany w piecu szklarskim z oknem bocznym do topienia surowców do wyrobu szkła w celu wytwarzania tafli szklanych lub pojemników. Zastosowano środki do doprowadzania paliwa pyłowego co najmniej w palniku znajdującym się w każdym z wielu pierwszych i drugich okien bocznych w obszarze wytapiania szkła we wspomnianym piecu szklarskim, w celu spalania paliwa pyłowego podczas cykli wytapiania szkła, przy czym we wspomnianym piecu szklarskim znajdują się środki ogniotrwałe w komorach regeneracyjnych pieca szklarskiego w celu uodpornienia na działanie korozyjne wytopionego szkła, działanie korozyjne gazów spalinowych i sił ściernych cząstek w atmosferze wywołanych przez

spalanie wspomnianego paliwa pyłowego w piecu. Na końcu zastosowano środki do regulowania zanieczyszczenia powietrza na wylocie gazów spalinowych po tym spalaniu paliwa pyłowego w piecu szklarskim, przy czym wspomniane środki do regulowania zanieczyszczenia powietrza zmniejszają emisję związków siarki, azotu, wanadu, żelaza i niklu w atmosferze.

Z opisu patentowego nr US 2002/134287 znany jest sposób i urządzenie do doprowadzania i spalania paliwa pyłowego w piecu szklarskim oraz palnik do doprowadzania i spalania paliwa pyłowego w piecu szklarskim, który jest pokazany na załączonym rysunku, gdzie na pos. I pokazano w rzucie z góry instalację pieca szklarskiego typu regeneracyjnego, na pos. II pokazano piec z pos. I w rzucie podłużnym, schematycznie, zaś pos. III przedstawia układ do doprowadzania i spalania paliwa pyłowego w połączeniu z piecem szklarskim typu regeneracyjnego, w rzucie bocznym, i pos. IV - konstrukcję palnika do doprowadzania i spalania paliwa pyłowego, w rzucie szczegółowym.

Na rysunku przedstawiającym stan techniki pokazano piec szklarski typu regeneracyjnego, w skład którego wchodzi komora wytapiania 10, komora oczyszczania 12, komora kondycjonowania 14 i podmost 16 pomiędzy komorą oczyszczania 12 a komorą kondycjonowania 14. Na przednim końcu 18 komory oczyszczania 12 znajduje się szereg połączeń 20 zasilaczy, za pomocą których stopione szkło jest odprowadzane z komory oczyszczania 12. Na tylnym końcu 22 komory wytapiania 10 znajduje się kieszeń zasypowa 24, przez którą doprowadza się materiały do wytopu szkła za pomocą wsadzarki porcjowej 26. Z każdej strony komory wytapiania 10 znajduje się para regeneratorów 28, 30. W regeneratorach 28 i 30 znajdują się okna paleniskowe 32, 34 łączące każdy z regeneratorów 28, 30 z komorą wytapiania 10. W regeneratorach 28, 30 znajdują się komory 36 regeneratora gazów oraz komory 38 regeneratora powietrza. Zarówno komory 36 regeneratora gazów jak i 38 regeneratora powietrza są połączone z dolną komorą 40, która jest skonstruowana tak, żeby była połączona za pomocą przepustnic 42 z tunelem 44 i kominem 46 dla gazów wylotowych. W części przewężonej 52, 54 każdego okna paleniskowego 32, 34 znajdują się palniki 48a, 48b, 48c, 48d, 48e, 48f, 48g i 48h, jak również palniki 50a, 50b, 50c, 50d, 50e, 50f, 50g i 50h, w celu spalania paliwa, takiego jak gaz ziemny, koks łożysty lub inne typy paliw do stosowania w piecu szklarskim.

Tak więc, po wprowadzeniu materiałów do wytopu szkła przez kieszeń zasypową 24 w tylnym końcu komory wytapiania 10, szkło jest topione za pomocą palników 48a, 48b, 48c, 48d, 48e, 48f, 48g i 48h, 50a, 50b, 50c, 50d, 50e, 50f, 50g i 50h i płynie w kierunku do przodu aż do całkowitego stopienia tak, żeby mogło przepłynąć z komory wytapiania 10 do komory kondycjonowania 14. Podczas pracy pieca, regeneratory 28, 30 pracują na przemian pomiędzy cyklami powietrza do spalania i cyklami gazów spalinowych. Co 20 minut albo co 30 minut, w zależności od konkretnego typu pieca, kierunki przepływu płomieni w szeregach palników 48a-h lub 50a-h są odwracane. Tak więc, powstałe płomienie i produkty spalania wytwarzane w każdym z palników 48a-h, 50a-h przepływają po powierzchni stopionego szkła i przenoszą ciepło do tego szkła w komorze wytapiania 10 i komorze oczyszczania 12.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu sterowania układem magazynowania, doprowadzania i spalania paliwa pyłowego.

Celem wynalazku jest opracowanie układu sterowania układem magazynowania, doprowadzania i spalania paliwa pyłowego.

Sposób sterowania układem do doprowadzania i spalania paliwa pyłowego, który zawiera piec szklarski, w którym realizuje się topienie szkła za pomocą szeregu palników umieszczonych w piecu szklarskim używanych na przemian do realizacji cykli spalania i nie spalania, zaś paliwo pyłowe magazynuje się w silosie magazynowym, skąd doprowadza się to paliwo za pomocą co najmniej układu do doprowadzania paliwa pyłowego, który jest napełniany i opróżniany z materiału pyłowego dla zapewnienia stałego przepływu paliwa pyłowego do każdego z palników podczas procesu wytapiania szkła, charakteryzuje się tym, że monitoruje się co najmniej jedną zmienną roboczą występującą w piecu szklarskim, która bazuje na co najmniej jednym czujniku, przy czym za pomocą każdego czujnika wykrywa się inną zmienną podczas procesu wytapiania szkła, monitoruje się i steruje się napełnianiem oraz opróżnianiem układu do doprowadzania paliwa pyłowego w zależności od ilości paliwa pyłowego, które jest zmagazynowane w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego, zapewniając stały przepływ paliwa pyłowego do każdego z palników, doprowadza się mieszanek paliwa z powietrzem lub gazem do co najmniej dwóch rur rozprowadzających dostarczających mieszanek paliwa pyłowego z powietrzem lub gazem do każdego z palników w trakcie przemianowego cyklu roboczego pomiędzy cyklami spalania i nie spalania, przy czym dostarcza się mieszanek paliwa z powietrzem lub gazem ba-

zując na monitorowaniu i doprowadzaniu paliwa pyłowego do każdego palnika i w zależności od zmieniających się roboczych w procesie wytapiania szkła oraz oblicza się zmiany cykli spalania i nie spalania palników na zasadzie czasu rzeczywistego.

Korzystnie w czasie prowadzenia etapu dostarczania mieszanki paliwa z powietrzem lub gazem do co najmniej dwóch rur rozprowadzających dostarczających mieszankę paliwa pyłowego z powietrzem lub gazem do każdego z palników pieca szklarskiego monitoruje się doprowadzanie mieszanki paliwa pyłowego ze strumieniem powietrza z układu do doprowadzania paliwa pyłowego do co najmniej pierwszego palnika usytuowanego z pierwszej strony pieca szklarskiego, monitoruje się nie doprowadzanie mieszanki paliwa pyłowego i strumienia powietrza w co najmniej drugim palniku usytuowanym z przeciwległej strony względem co najmniej pierwszego palnika w piecu szklarskim, uaktywnia się pierwszy czas cyklu dla dostarczenia mieszanki paliwa pyłowego i powietrza do co najmniej pierwszego palnika dla realizacji pierwszego etapu spalania w piecu szklarskim do wytapiania szkła, po czym wykrywa się koniec pierwszego czasu cyklu pierwszego etapu spalania i zamyka się dostawę paliwa pyłowego w pierwszym palniku, ale utrzymuje się dostawę powietrza podczas krótkiego czasu dla czyszczenia pierwszych palników, a ponadto stale utrzymuje się doprowadzanie paliwa pyłowego w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego poprzez zawracanie doprowadzania paliwa pyłowego do układu do doprowadzania paliwa pyłowego podczas zmiany przepływu paliwa pyłowego i powietrza z co najmniej pierwszego palnika do co najmniej drugiego palnika na drugiej stronie pieca szklarskiego dla realizacji drugiego cyklu spalania, uaktywnia się drugi czas cyklu aby dostarczyć mieszankę paliwa pyłowego i powietrza z układu do doprowadzania paliwa pyłowego do co najmniej drugiego palnika dla realizacji drugiego etapu spalania w piecu szklarskim do zatapiania szkła, monitoruje się doprowadzanie mieszanki paliwa pyłowego i powietrza co najmniej w drugim palniku usytuowanym z przeciwległej strony względem co najmniej pierwszego palnika w piecu szklarskim do wytapiania szkła, wykrywa się koniec drugiego czasu cyklu drugiego etapu spalania i zamyka się dostawę paliwa pyłowego z układu do doprowadzania paliwa pyłowego w drugim palniku, ale zatrzymuje się dostawę powietrza podczas krótkiego czasu dla czyszczenia drugich palników, a ponadto stale zatrzymuje się doprowadzanie paliwa pyłowego w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego poprzez zawracanie doprowadzania paliwa pyłowego do układu do doprowadzania paliwa pyłowego podczas zmiany cyklu spalania z co najmniej drugiego palnika do co najmniej pierwszego palnika na pierwszej stronie pieca szklarskiego w celu realizacji pierwszego cyklu spalania, przy czym automatycznie zmienia się cykle spalania i nie spalania pomiędzy co najmniej pierwszym palnikiem a co najmniej drugim palnikiem w celu wytapienia szkła.

Korzystnie w czasie prowadzenia etapu dostarczania mieszanki paliwa z powietrzem lub gazem do co najmniej dwóch rur rozprowadzających mieszankę paliwa pyłowego z powietrzem lub gazem do każdego z palników pieca szklarskiego monitoruje się doprowadzanie mieszanki paliwa pyłowego z powietrzem z układu do doprowadzania paliwa pyłowego do co najmniej pierwszego palnika usytuowanego z pierwszej strony pieca szklarskiego, monitoruje się nie doprowadzanie mieszanki paliwa pyłowego i strumienia powietrza w co najmniej drugim palniku usytuowanym z przeciwległej strony względem co najmniej pierwszego palnika w piecu szklarskim, uaktywnia się pierwszy czas cyklu aby dostarczyć mieszankę paliwa pyłowego ze strumieniem powietrza do co najmniej pierwszego palnika dla realizacji pierwszego etapu spalania w piecu szklarskim do wytapiania szkła, po czym wykrywa się koniec pierwszego czasu cyklu pierwszego etapu spalania i zamyka się dostawę paliwa pyłowego w pierwszym palniku, ale utrzymuje się dostawę strumienia powietrza podczas krótkiego czasu dla czyszczenia pierwszych palników, po czym zatrzymuje się przepływ paliwa pyłowego w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego podczas zmiany cyklu spalania z co najmniej pierwszego palnika do co najmniej drugiego palnika umieszczonego na drugiej stronie pieca szklarskiego dla realizacji drugiego cyklu spalania, uaktywnia się drugi czas cyklu aby dostarczyć mieszankę paliwa pyłowego i powietrza z układu do doprowadzania paliwa pyłowego do co najmniej drugiego palnika dla realizacji drugiego etapu spalania w piecu szklarskim do wytapiania szkła, monitoruje się doprowadzanie mieszanki paliwa pyłowego i powietrza w co najmniej drugim palniku usytuowanym z pierwszej przeciwległej strony względem co najmniej pierwszego palnika w piecu szklarskim do wytapiania szkła, wykrywa się koniec drugiego czasu cyklu drugiego etapu spalania i zamyka się dostawę paliwa pyłowego z układu do doprowadzania paliwa pyłowego w drugim palniku, ale utrzymuje się dostawę powietrza podczas krótkiego czasu dla czyszczenia drugich palników, po czym zatrzymuje się przepływ paliwa pyłowego w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego, podczas zmiany cyklu spalania z co najmniej drugiego palnika do co najmniej pierwszego palnika umieszczonego na pierwszej stronie pieca szklarskiego dla

realizacji pierwszego cyklu spalania, przy czym prowadzi się automatyczną zmianę cykli spalania i niespalania pomiędzy co najmniej pierwszym palnikiem a co najmniej drugim palnikiem dla wytopienia szkła.

Korzystnie etap automatycznej zmiany cykli spalania i niespalania pomiędzy co najmniej pierwszym palnikiem a co najmniej drugim palnikiem do wytapiania szkła bazuje na programowanej sekwencji.

Korzystnie w skład etapu wykrywania końca pierwszego czasu cyklu pierwszego etapu spalania i zamykania dostawy paliwa pyłowego w pierwszym palniku wchodzi przesuwanie drzwi na wylocie układu do doprowadzania paliwa pyłowego, który jest zsynchronizowany z układem sterowania dla unikania zatrzymywania i ponownego uruchamiania układu do doprowadzania paliwa pyłowego.

Korzystnie w skład etapu ciągłego utrzymywania doprowadzania paliwa pyłowego w układzie do doprowadzania poprzez zawracanie paliwa pyłowego do układu do doprowadzania paliwa pyłowego wchodzi etap testowania, kalibrowania i ustawiania układu do doprowadzania paliwa pyłowego.

Korzystnie w skład etapu monitorowania i sterowania napełnianiem oraz opróżnianiem układu do doprowadzania paliwa pyłowego wchodzi sterowanie napełnianiem paliwem pyłowym silosów magazynowych i opróżnianiem ich z paliwa pyłowego w zależności od poziomu paliwa pyłowego, które jest zmagazynowane w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego.

Korzystnie steruje się kolektorem pyłu usytuowanym w silosie magazynowym oraz w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego, przy czym kolektor pyłu działa podczas napełniania i opróżniania silosu magazynowego lub układu do doprowadzania paliwa pyłowego, albo w wypadku wykrycia przez układ sterowania niekorzystnych warunków monitorowania pyłu.

Korzystnie wyznacza się stężenie tlenu węgla w każdym silosie magazynowym dla uruchomienia co najmniej urządzenia zubożniającego i ochrony środowiska wewnętrznego wewnątrz silosu.

Układ sterowania układem do magazynowania, doprowadzania i spalania paliwa pyłowego takiego typu, w skład którego wchodzi piec szklarski takiego typu, który zawiera szereg palników usytuowanych w tym piecu szklarskim, używanych na przemian dla realizacji cykli spalania i niespalania do wytapiania szkła; co najmniej silos magazynowy do magazynowania i doprowadzania paliwa pyłowego; co najmniej układ do doprowadzania paliwa pyłowego, który jest napełniany i opróżniany ze wspomnianego materiału pyłowego zapewniając przepływ paliwa pyłowego do każdego z palników podczas procesu wytapiania szkła, oraz środki do sterowania napełnianiem i opróżnianiem wspomnianego układu do doprowadzania paliwa pyłowego na podstawie pomiaru i monitorowania ilości paliwa pyłowego, które jest zmagazynowane i doprowadzane przez wspomniany układ do doprowadzania paliwa pyłowego według wynalazku charakteryzuje się tym, że zawiera środki do monitorowania co najmniej jednej zmiennej roboczej stosowanej we wspomnianym piecu szklarskim, które bazują na co najmniej jednym czujniku, przy czym za pomocą każdego czujnika jest wykrywana inna zmienna podczas procesu wytapiania szkła, środki do sterowania zmianą cykli spalania i niespalania palników w piecu szklarskim bazujące na monitorowaniu i doprowadzaniu paliwa pyłowego i na wspomnianych zmiennych roboczych procesu wytapiania szkła, w którym środki do sterowania napełnianiem i opróżnianiem układu do doprowadzania paliwa pyłowego, środki do monitorowania co najmniej jednej zmiennej roboczej stosowanej w piecu szklarskim oraz środki do sterowania zmianą cykli spalania i niespalania palników w piecu szklarskim, są połączone ze środkami komunikacji sieciowej, które je ze sobą nawzajem łączą, przy czym środki do sterowania zmianą cykli spalania i niespalania palników dostarczają sygnały wejściowe i wyjściowe do sterowania doprowadzaniem i spalaniem paliwa pyłowego w procesie wytapiania szkła.

Korzystnie środki do sterowania napełnianiem i opróżnianiem układu do doprowadzania paliwa pyłowego zawierają czujniki poziomu do monitorowania i do wytwarzania sygnałów górnego poziomu oraz dolnego poziomu materiału pyłowego w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego.

Korzystnie układ sterowania zawiera środki do sterowania kolektorem pyłu usytuowanym w silosie magazynowym oraz w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego, przy czym kolektor pyłu działa podczas napełniania i opróżniania silosu magazynowego i układu do doprowadzania paliwa pyłowego, albo w wypadku wykrycia przez układ sterowania niekorzystnych warunków monitorowania pyłu.

Korzystnie układ sterowania zawiera środki do oznaczania stężenia tlenu węgla w każdym silosie magazynowym w celu uruchomienia co najmniej urządzenia zubożniającego i ochrony środowiska wewnętrznego wewnątrz silosu.

Korzystnie środki do sterowania napełnianiem i opróżnianiem układu do doprowadzania paliwa pyłowego zawierają środki do pomiaru i monitorowania przepływu powietrza transportowego, środki do monitorowania ciśnienia powietrza transportowego i powietrza transportowego, środki do pomiaru

temperatury w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego, oraz środki do sterowania prędkością dmuchawy dla umożliwienia układowi sterowania ustalenia odpowiedniego stosunku powietrza transportowego do paliwa potrzebnego do realizacji procesu spalania.

Korzystnie środki do rozprowadzania mieszanki paliwa z powietrzem lub gazem zawierają czujniki do monitorowania przepływu paliwem pyłowym w każdym palniku, czujniki do monitorowania prędkości doprowadzania paliwa pyłowego w każdej rurze, czujniki do monitorowania prędkości doprowadzania powietrza w dmuchawie powietrza, czujniki do monitorowania ciśnienia powietrza w dmuchawie powietrza, czujniki do monitorowania ciśnienia wewnętrznego i temperatury pieca szklarskiego, oraz czujniki do monitorowania gazów spalinowych w środkach do sterowania środowiskiem.

Korzystnie układ sterowania zawiera układ sterowania środowiskowego do manewrowania odprowadzaniem gazów spalinowych w sposób bezpieczny i sterowany, układ sterowania zbiornikiem odbiorczym i transportem do monitorowania napełniania każdego silosu magazynowego połączony z układem sterowania spalaniem do sterowania przechodzeniem z cyklu powietrza do spalania na cykl ciepła odlotowego w piecu do wytapiania szkła, który również jest połączony z układem sterowania doprowadzaniem paliwa, układem sterowania częścią topliwą pieca i układem sterowania środowiskowego do odbioru i przetwarzania wszystkich zmiennych sterowania występujących w każdym procesie, przy czym układ sterowania doprowadzaniem jest także połączony z układami doprowadzania paliwa pyłowego do sterowania naprzemiennie napełnianiem i opróżnianiem drugiego zespołu silosów, natomiast układ sterowania częścią topliwą pieca do przetwarzania krytycznych zmiennych pieca do wytapiania szkła jest połączony z wieloma czujnikami do monitorowania temperatury wewnętrznej pieca i do monitorowania profilu temperatury w całym piecu.

Dzięki rozwiązaniu, według wynalazku, uzyskano układ, który automatycznie steruje doprowadzaniem paliwa pyłowego w piecu szklarskim. Ponadto układ według wynalazku monitoruje i steruje wszystkimi zmiennymi procesu wytapiania szkła w celu realizacji synchronicznego działania cykli doprowadzania paliwa, powietrza do spalania i wypływu gazów spalinowych w piecu szklarskim.

Ponadto układ według wynalazku umożliwia skoordynowaną sekwencję działań wszystkich różnych układów, które współdziałają w całym procesie magazynowania, manewrowania, transportu, doprowadzania, spalania i usuwania paliwa pyłowego w procesie wytapiania szkła. Współdziałanie układów sterowania zachodzi pomiędzy układem sterowania spalaniem z układem sterowania doprowadzaniem, układem sterowania kotła do wytapiania, układem sterowania środowiskiem, układem sterowania ilością odpadów oraz układem sterowania magazynowaniem i transportem, w celu realizacji wymiany danych na temat wszystkich zmiennych obrabianych i wykrywanych na różnych etapach procesu i w różnych urządzeniach oraz do doprowadzania paliwa pyłowego do szeregu palników, które są związane z parą szczelnych regeneratorów w regeneracyjnym piecu szklarskim.

Za pomocą układu sterowania według wynalazku uzyskano doprowadzanie paliwa pyłowego w piecu szklarskim, w którego komorze do wytapiania można umieścić palniki do spalania koksu po-naftowego, gazu lub oleju opałowego.

Niniejszy wynalazek dotyczy sposobu i układu sterowania doprowadzaniem i spalaniem paliwa pyłowego w piecu szklarskim. Sterowanie to jest realizowane przez ciągłe monitorowanie różnych zmiennych lub parametrów występujących w tym procesie takich jak przepływ gazu w każdym palniku, prędkość doprowadzania paliwa pyłowego, prędkość pracy dmuchawy, ciśnienie nadmuchu, transport strumienia powietrza, ciśnienie wewnętrzne w piecu, prędkość przepływu gazów w kominie, ciśnienie gazów na wylocie i wlocie układu regulowania parametrów środowiskowych, temperatura pieca, temperatura w komorach spalania oraz profil temperatury w piecu, w celu analizy zachowania się pieca w wypadku używania koksu po-naftowego. Wszystkie te czynniki są monitorowane i synchronizowane za pomocą programowanego sterownika w celu realizacji cykli powietrza do spalania i ogrzewania wylotowego w piecu, które są przemienne co 20 minut albo 30 minut, w zależności od konkretnych pieców. Automatyczne cykle można również zrealizować poprzez monitorowanie temperatury w piecu, w zależności od z góry ustalonych cykli temperatury w programowanym sterowniku.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ sterujący według wynalazku, połączony układem do doprowadzania i spalania paliwa pyłowego; fig. 2 - główne części układu sterowania wykonane zgodnie z wynalazkiem, w formie schematu blokowego; fig. 3 - schemat blokowy objaśniający działanie układu sterowania pokazanego na fig. 3.

Wynalazek opisano dalej w odniesieniu do konkretnego przykładu wykonania, na którym te same części są oznaczone tymi samymi numerami.

Nawiązując obecnie do fig. 1 i fig. 2, fig. 3, w skład układu do doprowadzania i spalania paliwa pyłowego w piecu szklarskim wchodzi pierwsze silosy magazynowe 56 i 58 do magazynowania paliwa pyłowego lub innego typu paliwa przeznaczonego do pieca szklarskiego. Silosy magazynowe 56, 58 są zasilane z wagonu lub pociągu wagonów 60 za pomocą pierwszej rury wlotowej 62 łączącej pociąg wagonów 50 z silosami 56, 58. Pierwsza rura główna 62 ma pierwsze rury odgałęźne 64, 66, które są połączone odpowiednio z każdym silosem 56, 58 i służą do napełniania każdego silosu 56, 58. Do każdej pierwszej rury odgałęźnej 64 i 66 są podłączone zawory 68, 70 do regulowania napełnianiem każdego silosu 56, 58. Każdy silos 56, 58 jest napełniany na zasadzie zjawiska podciśnienia za pomocą pompy próżniowej 71 za pośrednictwem pierwszej rury wylotowej 72. Pierwsza rura wylotowa 72 ma drugie rury odgałęźne 74, 76 do łączenia z każdym z silosów 56, 58. Zawory 78, 80 są połączone z każdą drugą rurą odgałęźną 74, 76 celu regulowania efektu podciśnienia wytwarzanego przez pompę próżniową 71 do napełniania każdego silosu 56, 58.

Na dnie każdego silosu 56, 58 znajduje się stożkowa sekcja 82, 84 i grawimetryczny układ podawania paliwa 86, 88 do fluidyzacji oraz zapewnienia stałego wypływu paliwa pyłowego do drugiej rury wylotowej 90, gdzie materiał pyłowy jest podawany do układu podawania paliwa stałego SD-5, SD-6 i SD-7. Silosy 56, 58 zawierają czujniki S do określania stężenia tlenu węgla w paliwie pyłowym w celu wywołania efektu zubożenia i ochrony środowiska wewnętrznego wewnątrz każdego silosu 56, 58. Druga rura wylotowa 90 składa się z trzech rur odgałęźnych 92, 94 połączonych z dnem każdej sekcji stożkowej 82, 84 każdego silosu 56, 58. Do każdej rury odgałęźnej 92, 94 są podłączone zawory 96, 98 do regulowania przepływu paliwa pyłowego do drugiej rury wylotowej 90.

Nawiązując obecnie do układu podawania, według wynalazku, paliwo pyłowe jest doprowadzane do każdego układu podawania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7 przez drugą rurę wylotową 90. Czwarte rury odgałęźne 100, 102 i 104 są połączone z drugą rurą wylotową 90 w celu transportu paliwa pyłowego z pierwszych silosów 56 i 58 ku układowi doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7. Każdy układ doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7 zawiera drugą serię silosów 106, 108, 110. Druga seria silosów 106, 108, 110 zawiera sekcję stożkową 112, 114, 116; grawimetryczny układ doprowadzania 118, 120, 122 zawierający ogniwa obciążnikowe do ważenia paliwa pyłowego jako część wspomnianego grawimetrycznego układu do doprowadzania; układ napowietrzania 124, 126, 128; zasilacz 130, 132, 134; oraz kolektor pyłów 136, 138 i 140. Wspomniane kolektory pyłu 136, 138 i 140 zawierają czujniki DC do monitorowania niepożądanych warunków zapylenia. Każdy układ do doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7 jest wyposażony w elementy do realizacji stałego odprowadzania strumienia paliwa pyłowego, jak również, prawidłowej ilości paliwa pyłowego/powietrza, potrzebnych do realizacji procesu w każdym z palników 48f, 48g, 48h i palników 50f, 50g i 50h, jak opisano dalej.

Pneumatyczna sprężarka powietrza 142 i zbiornik powietrza 144 są połączone za pomocą drugiej rury głównej 146. Pierwsze odgałęźne rury wlotowe 148, 150, 152 są połączone z drugą rurą główną 146 w celu doprowadzania filtrowanego powietrza, poprzez filtry 136, 138 i 140, służącego do transportu paliwa pyłowego do wnętrza każdej drugiej serii silosów 106, 108, 110. Druga rura główna 146 zawiera również pierwsze odgałęźne rury powrotne 154, 156, 158, które są połączone z każdym układem napowietrzania 124, 126, 128 w celu umożliwienia odpowiedniego przepływu paliwa pyłowego do trzech rur wylotowych 160, 162, 164, jak opisano dalej. Ponadto druga rura wlotowa 166 jest połączona z drugą rurą główną 146 - za zbiornikiem powietrza 144 - która zawiera drugie wlotowe rury odgałęźne 168, 170, które są połączone w górnej części każdego silosu lub zbiornika 56, 58 w celu wtryskiwania powietrza do wnętrza każdego silosu lub zbiornika 56, 58.

Układ podawania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7 zawiera czwarte rury wylotowe 172, 174, 176 podłączone poniżej każdego zasilacza 130, 132, 134. Trzydrogowy zawór rozdzielczy 178, 180, 182 jest podłączony odpowiednio do czwartych rur wylotowych 172, 174, 176 poprzez pierwszą drogę; druga droga jest podłączona za pomocą pierwszych rur powrotnych 179, 181, 183 w celu zawracania paliwa pyłowego ku każdej drugiej serii silosów lub zbiorników 106, 108, 110 podczas cyklu zwrotnego, który odpowiada czasowi, kiedy piec nie jest opalany; oraz na końcu trzecia droga jest podłączona do trzech rur wylotowych 160, 162, 164, które są używane do doprowadzania mieszanki powietrza z paliwem do konstrukcji rury czterodrogowej 184, 186 i 188 powiązanej z układem spalania, który jest opisany poniżej.

Nawiązując do układu spalania, jest on podłączony do każdego układu do doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7 pośrednictwem pierwszej drogi rury czterodrogowej 184, 186 i 188, które są połączone z każdymi trzecimi rurami wylotowymi 160, 162, 164 każdego układu do doprowa-

dzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7. Druga droga jest połączona odpowiednio z czwartymi rurami wylotowymi 190, 192, 194 w celu doprowadzania mieszanki powietrza z paliwem do palników 48h, 48g i 48f. Trzecia droga rury czterodrogowej 184, 186 i 188 jest połączona z piątymi rurami wylotowymi 196, 198, 200 w celu doprowadzania mieszanki powietrza z paliwem do palników 50h, 50g i 50f; oraz czwarty wylot rury czterodrogowej 184, 186, 188 jest podłączony odpowiednio do drugich rur powrotnych 202, 204, 206 w celu zawracania paliwa pyłowego do każdej drugiej serii silosów 106, 108, 110. Rura czterodrogowa 184, 186 i 188 ma zawory kulowe 208A do 208C, 210A do 210C, 212A do 212C, albo dowolny inny zestaw zaworów umożliwiający sposób zmiany kierunku mieszanki przepływającego powietrza z paliwem pyłowym z lewej strony do przewodu powrotnego, jak również na prawą stronę pieca, pomiędzy częścią łączącą rury czterodrogowej 184, 186 i 188 a czwartymi rurami wylotowymi 190, 192, 194, piąte rury wylotowe 196, 198, 200, oraz drugie rury powrotne 202, 204, 206.

Tak więc w ten sposób, podczas pracy pieca, palniki 48a do 48h lub 50a do 50h są uruchamiane na przemian pomiędzy cyklem spalania a nie spalania. Co 20 minut, albo co 30 minut, w zależności od konkretnych pieców, drogi płomieni z serii palników 48a do 48h lub 50a do 50h są odwracane. Mieszanka powietrza z paliwem, która napływa przez trzecie rury wylotowe 160, 162, 164, jest regulowana za pomocą rury czterodrogowej 184, 186 i 188 i zaworów kulowych 208A do 208C, 210A do 210C, 212A do 212C, w celu naprzemiennego wtryskiwania mieszanki powietrza z paliwem pomiędzy palnikami 48a do 48h i 50a do 50h. Podczas realizacji naprzemiennego cyklu działania pomiędzy palnikami 48a do 48h i 50a do 50h pewna ilość mieszanki powietrza z paliwem jest zawracana do drugiej serii silosów 106, 108, 110 za pomocą drugich rur powrotnych 202, 204, 206.

Powietrze zasilające, które jest doprowadzane za pomocą trzecich rur wylotowych 160, 162, 164 jest używane do transportu paliwa pyłowego, do wytwarzania dużych prędkości wtryskiwania w dyszę każdego z palników 48a do 48h i 50a do 50h. Powietrze transportowe do paliwa pyłowego jest doprowadzane za pomocą pneumatycznej dmuchawy powietrza zasilającego 214 za pośrednictwem trzeciej rury głównej 216.

Czwarte rury wylotowe 218, 220 i 222 są połączone z trzecią rurą główną 216 i trzecimi rurami wylotowymi 160, 162, 164 w celu utrzymywania podwyższonego składu mieszanki powietrza z paliwem, jaka jest doprowadzana do palników 48a do 48h i 50a do 50h.

W celu realizacji cyklu spalania palników 48a do 48h lub 50a do 50h, każdy z palników 48a do 48h lub 50a do 50h są zasilane indywidualnie mieszanką powietrza z paliwem. Mieszanka ta jest doprowadzana przez rurę wewnętrzną każdego palnika 48a do 48h lub 50a do 50h i przybywa do komory rozprowadzania w celu jej rozprowadzenia do rozbieżnych dysz wtryskowych każdego palnika 48a do 48h lub 50a do 50h.

W celu zwiększenia turbulencji strumieni i mieszanki paliwa pyłowego ze wstępnie ogrzanym powietrzem do spalania w każdym palniku 48a-48h lub 50a-50h, wtryskuje się powietrze pierwotne z dmuchawy powietrza pierwotnego 224, które jest doprowadzane pod ciśnieniem przez dysze wtryskowe każdego palnika 48a-48h lub 50a-50h. Tak więc działanie palników 48a-48h lub 50a-50h powoduje wtryskiwanie paliwa pyłowego wskutek pneumatycznego transportu z podwyższonym stosunkiem paliwa stałego do powietrza i udziałem powietrza pierwotnego wynoszącym około 4% powietrza potrzebnego do spalania stechiometrycznego.

Do dmuchawy 224 powietrza pierwotnego jest podłączona szósta rura wylotowa 226 i siódma rura wylotowa 228. Szósta rura wylotowa 226 jest podłączona do piątych rur odgałęźnych 230, 232, 234 a siódma rura wylotowa 228 jest podłączona do szóstych rur odgałęźnych 236, 238, 240. Koniec wylotowy każdego piątych i szóstych rur odgałęźnych 230, 232, 234, 236, 238, 240 jest podłączony bezpośrednio do każdego palnika 48f do 48h lub 50f do 50h. Przepływ powietrza pierwotnego w każdym piątych i szóstych rurach odgałęźnych 230, 232, 234, 236, 238, 240 jest regulowany indywidualnie za pomocą struktury pierwszego zaworu rękawowego 242, pierwszego zaworu kulowego 244 i drugiego zaworu rękawowego 246.

Dodatkowo szósta rura wylotowa 226 zawiera siódme rury wylotowe 248, 250 i 252, które są połączone, odpowiednio, z piątymi rurami wylotowymi 196, 198, 200. Oraz, siódma rura wylotowa 228 zawiera szóste rury wylotowe 254, 256, 258, które są połączone, odpowiednio, z czwartymi rurami wylotowymi 190, 192, 194. Każde szóste i siódme rury wylotowe 248, 250, 252, 254, 256, 258 mają zawór zwrotny 260 i zawór kulowy 262.

Za pomocą opisanej powyżej konstrukcji dmuchawa powietrza pierwotnego 224 doprowadza powietrze pierwotne do palników 48f do 48h (palniki lewe) lub palników 50f do 50h, poprzez szóstą rurę wylotową 226 i siódmą rurę wylotową 228 oraz przez każde piąte i szóste rury odgałęźne 230,

232, 234, 236, 238, 240. Dmuchawa powietrza 224 działa w ten sposób, że doprowadza maksymalny strumień powietrza podczas pracy każdego palnika 48f do 48h lub palników 50f do 50h, przy czym w międzyczasie jest doprowadzana minimalna ilość powietrza do palników 48f do 48h lub palników 50f do 50h, które nie są używane przez każdą z szóstych i siódmych rur wylotowych 248, 250, 252, 254, 256, 258, w celu zagwarantowania lepszych warunków do chłodzenia.

Wynalazek opisano co prawda, na przykładzie, trzech palników 48f, 48g, 48h i palników 50f, 50g i 50h, ale rozumie się samo przez się, że opisany w wynalazku układ można zastosować do wszystkich palników 48a do 48h i 50a do 50h.

Na rysunku, pos. IV pokazano konkretny układ palnika 48f, szóstej rury wylotowej 236, czwartej rury wylotowej 194 i siódmej rury wylotowej 228, przy czym ta ostatnia jest podłączona do dmuchawy powietrza pierwotnego 224, w celu doprowadzania i spalania paliwa pyłowego według wynalazku. Palnik 48f znajduje się w zwężonej części 52 okna paleniskowego 32 w celu spalania paliwa, takiego jak gaz ziemny, paliwo pochodzenia naftowego lub innego typu paliw do stosowania w piecu szklarskim.

W drugim przykładzie wykonania wynalazku, topienie szkła można wykonać za pomocą dwóch lub trzech typów paliwa, na przykład, w układzie jaki pokazano na pos. I, palniki 48a-48d i 50a-50d można zasilać paliwem pyłowym; a palniki 48e-48h i 50e-50h można zasilać gazem lub olejem opałowym.

W trzecim przykładzie wykonania wynalazku, palniki 48a-48d i 50a-50d można zasilać paliwem pyłowym; palniki 48e-48f i 50e-50f można zasilać gazem; a palniki 48g-48h i 50g-50h można zasilać olejem opałowym.

Kombinacje tego typu bierze się pod uwagę, ponieważ obecnie istnieją już piece szklarskie, w których używa się gazu lub oleju opałowego jako głównego paliwa do wytapiania szkła, oraz że zachowanie się wspomnianego gazu i oleju opałowego jest dobrze znane w technice.

Po spaleniu paliwa pyłowego w piecu szklarskim, na końcu tunelu 44 jest umieszczone urządzenie do zmniejszania i regulowania zanieczyszczenia powietrza i emisji związków siarki, azotu, wanadu, żelaza i niklu do atmosfery. Urządzenie to jest podłączone do komina 46 w celu odprowadzenia gazów. Układ regulacji zanieczyszczenia, według wynalazku, jest usytuowany w wylocie gazów spalinowych pieca szklarskiego.

W regulowaniu emisji zanieczyszczeń sprawdziły się odpylacze elektrostatyczne, które dobrze zmniejszają ilość materii cząsteczkowej wypływającej z pieca szklarskiego. Drobne cząstki materii z pieców szklarskich nie stanowią problemu dla odpylaczy elektrostatycznych.

W wypadku konieczności usunięcia SO_2 oprócz cząstek stałych, dobrym uzupełnieniem odpylaczy elektrostatycznych lub fabrycznego układu filtrującego są suche lub częściowo mokre płuczki wieżowe. Istotnie, w warunkach gazów o silnej kwasowości, płuczka wieżowa jest niezbędna do zmniejszania stężenia gazów żrących. W wypadku używania nowego paliwa, płuczka wieżowa jest konieczna do obniżania zawartości SO_2 . Stanowi ona dla układu nie tylko korzyść pod względem zapobiegania korozji, ale również obniża temperaturę gazów spalinowych i tym samym zmniejsza objętość gazów.

Płukanie na sucho (wtryskiwanie suchego proszku aktywnego) i płukanie mieszane odbywa się w dużej komorze reakcyjnej przed odpylaczami elektrostatycznymi. Zarówno przy płukaniu suchym jak i mokrym materiały płuczające zawierają Na_2CO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaHCO_3 albo jakieś inne. Powstające w wyniku reakcji materiały są podstawowymi składnikami w procesie wytwarzania szkła i dlatego ogólnie nadają się do recyklingu. Zasadą jest, że dla każdego 1% siarki w paliwie, będzie wytwarzane około 4 funty SO_2 na tonę wytopionego szkła. Tak więc, dla paliw o wysokiej zawartości siarki powstanie duża ilość suchych odpadów, na przykład NaSO_4 . Ta ilość odpadów zmienia się w zależności od stopnia wychwytywania i ilości materiału, który można poddać recyklingowi, ale będzie ona znaczna. Dla pieca typu float działającego na paliwach z wysoką zawartością siarki ilość odpadów w ciągu dnia będzie wynosiła do 5 ton.

Poziomy wydajności płukania zmieniają się od 50% do 90% w wypadku stosowania suchego NaHCO_3 lub półmokrą Na_2CO_3 . Regulacja temperatury jest ważna we wszystkich alternatywnych rozwiązaniach płukania z docelowymi temperaturami reakcji wynoszącymi od około 250°C do 400°C dla materiału płuczającego.

Mokre płuczki wieżowe mają prawie nieskończoną liczbę kształtów, wymiarów i zastosowań. Dwa główne zastosowania, odnoszące się do wytwarzania szkła, to skonstruowane do zbierania gazów (SO_2) i te, które są skonstruowane do wychwytywania materii stałej.

Nawiązując obecnie do układu sterowania, według wynalazku, zostanie on opisany w połączeniu z układem do doprowadzania i spalania paliwa pyłowego, jak to pokazano na fig. 1, 2, 3, w celu

regulowania całej sekwencji przebiegu procesu dla wspomnianego układu według alternatywnych cykli spalania paliwa pyłowego.

Układ sterowania CS według wynalazku, jak pokazano na fig. 2, zawiera następujące zespoły: układ sterowania zbiornikiem odbiorczym i transportem RCS, do monitorowania napełnienia każdego silosu 56, 58. Wspomniany układ sterowania zbiornikiem odbiorczym i transportem RCS zawiera czujniki poziomu 270 do wykrywania górnego i dolnego poziomu paliwa pyłowego w każdym silosie 56, 58. Po wykryciu górnego i dolnego poziomu paliwa pyłowego w każdym z silosów 56, 58 do układu sterowania zbiornikiem odbiorczym i transportem RCS są wysyłane sygnały w celu zatrzymania lub uruchomienia napełniania w każdym z silosów 56, 58. Dodatkowo, w każdym z silosów 56, 58 znajdują się czujniki 272 usytuowane na górze każdego silosu 56, 58 do pomiaru stężenia tlenku węgla w celu uruchomienia procedur bezpieczeństwa aby zubożnić atmosferę wewnętrzną w każdym z silosów 56, 58.

Układ sterowania zasilaniem FCS jest powiązany z układami do doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7 do sterowania na przemian napełnianiem i opróżnianiem drugiej serii silosów 106, 108, 110. Układ sterowania zasilaniem FCS steruje automatycznie napełnianiem materiałem pyłowym w jednym lub dwóch przykładach wykonania.

W pierwszym przykładzie wykonania, sterowanie poziomem materiału pyłowego w układach SD-5, SD-6 i SD-7 odbywa się za pomocą grawimetrycznego układu podawania 118, 120, 122, to jest, sterowanie zasilaniem jest obliczane z uwzględnieniem czasu w funkcji wagi materiału pyłowego wykrytego w silosach 106, 108 i 110. Tak więc, za każdym razem wykrycia minimalnej wagi paliwa pyłowego w każdym z silosów 106, 108 i 110, jest on napełniany materiałem pyłowym.

W drugim przykładzie wykonania, sterowanie poziomem materiału pyłowego jest regulowane za pomocą czujników poziomu. Co najmniej pierwszy czujnik poziomu 274 znajduje się w górnej części układów do doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7 oraz co najmniej drugi czujnik poziomu 276 znajduje się w dolnej części wspomnianych układów do doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7. Pierwszy czujnik poziomu 274 i drugi czujnik poziomu 276 są powiązane z układem sterowania zasilaniem FCS w celu odbioru i wytwarzania sygnałów poziomu materiału pyłowego i w celu dopełniania układów do doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7. W skład układu sterowania zasilaniem FCS wchodzi czujniki 275 do monitorowania strumienia powietrza, jak również ciśnienia powietrza w dmuchawie 214 powietrza pierwotnego oraz czujniki 277 do monitorowania przepływu powietrza, jak również ciśnienia i temperatury powietrza dla przepływu powietrza w rurach 160, 162 i 164. Za pomocą grawimetrycznego układu zasilania 118, 120, 122 albo za pomocą czujników 274, 275, 276 i 277 wykrywa się szeregi zmiennych, na przykład, temperaturę powietrza transportowego, ciśnienie powietrza transportowego, natężenie przepływu powietrza transportowego, prędkość zwrotną, zaworu obrotowego 279, wagę paliwa pyłowego w układach do doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7, uruchamianie/zatrzymywanie sterowania dmuchawą powietrza transportowego, itp.

Układ sterowania wytapianiem MCS do obróbki zmiennych krytycznych w piecu szklarskim, który to wspomniany układ sterowania wytapianiem MCS jest związany z szeregiem czujników, takich jak: czujniki 278 do monitorowania temperatury wewnętrznej w piecu i czujniki 280 do monitorowania profilu temperatury w całym piecu.

Układ do sterowania środowiskiem ECS jest przeznaczony do obróbki ekstrakcji gazów spalinyowych, w bezpieczny i regulowany sposób. Zapewnia on, podczas ekstrahowania gazów, bezpośrednio oddziaływanie na ciśnienie wewnętrzne w piecu szklarskim tak, żeby było bardzo ważne, żeby układ sterowania spalaniem CCS (który zostanie opisany dalej), regulował współdziałanie pomiędzy układem sterowania wytapianiem MCS i układem sterowania środowiskiem ECS, w celu obliczania zmiennych pośrednich podczas ekstrahowania gazów spalinyowych za pomocą cykli powietrza do spalania i ciepła gazów wylotowych w piecu regeneracyjnym, w celu minimalizacji zmian w piecu.

Układ sterowania działaniami środowiskowymi ESCS jest związany z układem sterowania środowiskiem ECS w celu wytwarzania udziałów czynników reaktywnych potrzebnych układowi sterowania środowiskiem ECS, jak również manewrowania odpadami stałymi, które odzyskuje się w każdym z układów sterowania środowiskiem ECS.

Układ sterowania spalaniem CCS, do sterowania przełączaniem pomiędzy cyklami powietrza do spalania a cyklami ciepła z gazów spalinyowych w piecu szklarskim (co 20 minut albo co 30 minut, w zależności od konkretnych pieców) jest połączony ze wszystkimi opisanymi powyżej układami sterowania (układem sterowania magazynem odbiorczym i transportem RCS, układem sterowania zasilaniem FCS, układem sterowania wytapianiem MCS, układem sterowania środowiskiem ECS oraz układem sterowania działaniami środowiskowymi ESCS), w celu odbierania i przetwarzania wszystkich zmien-

nych sterowania występujących w każdym z układów sterowania, takich jak czujniki 280 do monitorowania przepływu gazów w każdym z palników; czujniki 282 do monitorowania prędkości doprowadzania paliwa pyłowego w rurze 90; czujniki 284 do monitorowania prędkości doprowadzania powietrza w dmuchawie powietrza pierwotnego 224; czujniki 286 do monitorowania ciśnienia powietrza w dmuchawie powietrza pierwotnego 224; czujniki 288 do monitorowania przepływu powietrza transportowego w szóstej rurze wylotowej 226 i siódmej rurze wylotowej 228; czujniki 290 do monitorowania ciśnienia wewnętrznego w komorach spalania; czujniki 292 do monitorowania prędkości odprowadzania gazów w kominie; czujniki 294 do monitorowania ciśnienia gazu na wylocie i wlocie układu sterowania środowiskiem ECS; czujniki 296 do monitorowania temperatury wewnętrznej w piecu; czujniki 298 do monitorowania temperatury w komorach spalania; oraz czujniki 300 do określania profilu temperatury w całym piecu.

Każdy czujnik jest podłączony do układu sterowania spalaniem CCS, który odbiera sygnały zwrotne ze wszystkich opisanych powyżej czujników, w celu dokładnego sterowania działaniem większości zmiennych krytycznych układu zasilania i spalania paliwa pyłowego.

Układ sterowania spalaniem CCS działa w ten sposób, że wykonuje następujące czynności: bezpośrednie sterowanie spalaniem; współdziałanie pomiędzy układem sterowania spalaniem CCS i układem sterowania wytapianiem MCS (synchronizacja zwrotna); monitorowanie wszystkich zmiennych procesowych, takich jak ciśnienie wewnętrzne z pieca i ciśnienie zadane, natężenie przepływu powietrza do spalania i natężenie zadane; % nadmiaru O_2 i natężenie przepływu gazu oraz natężenie zadane; współdziałanie pomiędzy układem sterowania spalaniem CCS a układem sterowania zasilaniem FCS; oraz współdziałanie pomiędzy układem sterowania spalaniem CCS i układem sterowania środowiskiem ECS.

Sekwencja działania wspomnianego układu sterowania spalaniem CCS jest inicjowana z uwzględnieniem położenia drzwi FG pieca i położenia drzwi TG tunelu, w celu ustalenia prawidłowej synchronizacji z działaniem pieca i w celu wprowadzenia paliwa pyłowego do odpowiedniej strony pieca szklarskiego w zależności od cykli powietrza do spalania i ciepła w gazach wylotowych.

Wszystkie i każdy z czujników wysyła odpowiednie sygnały do układu sterowania spalaniem CCS za pomocą sieci komunikacyjnej CN w celu umożliwienia sterowania, do obliczania długości cyklu działania każdej serii palników na podstawie sygnału wytwarzanego przez czujniki 298 usytuowane w drzwiach FG pieca.

W skład układu sterowania magazynem odbiorczym i transportem RCS wchodzi również układ monitorowania silosu w ciągu dnia DSMS, przeznaczony do monitorowania ilości paliwa pyłowego w każdym silosie 56, 58.

W skład układu sterowania SC wchodzi również układ ekspercki i układ realizacji wytwarzania ESMES, który jest używany do optymalizacji całego procesu spalania i produkcji.

Przy takich rozwiązaniach doprowadzanie materiału pyłowego do każdego z palników może być zrealizowane w dwóch przykładach wykonania.

W pierwszym przykładzie wykonania, paliwo pyłowe jest doprowadzane do pieca, według sekwencji przerywanej (przerywana sekwencja odwracana). W tym wypadku, w pierwszym kroku, po zakończeniu cyklu spalania z jednej strony pieca, następuje zatrzymanie doprowadzania paliwa pyłowego do każdego z palników, na przykład, palników 48f, 48g, 48h, za pomocą układów do doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7. Jednakże utrzymywany jest ciągły przepływ powietrza transportowego podczas krótkiego okresu czasu „jako oczyszczający” w celu oczyszczenia wspomnianych rur 192, 194 i 196. W tym przykładzie wykonania, przepływ paliwa pyłowego jest całkowicie zatrzymany w układach do doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7, przy czym w międzyczasie cykl spalania jest zmieniany z palników 48f, 48g, 48h na palniki 50f, 50g i 50h w celu realizacji drugiego cyklu spalania. W tym etapie drzwi FG pieca są otwarte w celu zainicjowania doprowadzania paliwa pyłowego, na przykład, do palników 50f, 50g, 50h. W tym drugim etapie, z chwilą gotowości przeciwległej strony pieca do rozpoczęcia procesu spalania, zespół zaworów 242, 244 i 246 zostaje otwarty i doprowadzanie paliwa pyłowego jest ponownie uruchamiane za pomocą układów do doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7, z chwilą znalezienia się powietrza transportowego w rurze doprowadzonego tam za pomocą układów do doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7. Proces zmian jest powtarzany co 20 lub 30 minut pomiędzy cyklami powietrza do spalania i ciepła z gazów wylotowych w piecu szklarskim. Również w tym wypadku układy do doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7 mogą zawierać zasuwę SG na wylocie wspomnianego układu do doprowa-

dzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7, która jest zsynchronizowana z układem sterowania spalaniem CCS w celu uniknięcia zatrzymywania i ponownego uruchamiania układów do doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7.

W drugim przykładzie wykonania, działanie układów doprowadzania paliwa pyłowego SD-5, SD-6 i SD-7 jest utrzymywane w postaci ciągłej (ciągła sekwencja odwracania) w celu utrzymania głównej i lepszej stabilności doprowadzania paliwa pyłowego do każdego z palników. Rozwiązanie jest podobne do rozwiązania z poprzedniego przykładu, ale tutaj jest używany opisany powyżej zawór czterodrogowy 184, 186, 188 albo trzydrogowy zawór rozdzielczy, który realizuje tę samą czynność (niepokazany). Za pomocą tego przykładu wykonania, doprowadzanie paliwa pyłowego może być najpierw przetestowane, wywzorcowane i zadane przed doprowadzeniem wspomnianego paliwa do każdego z palników 48a do 48h lub 50a do 50h.

W ten sposób mieszanka powietrza z paliwem, która napływa przez trzecie rury wylotowe 160, 162, 164 jest regulowana przez czterodrogowy układ zaworów 184, 186 i 188 i zaworów kulowych 208A do 208C, 210A do 210C, 212A do 212C w celu przełączenia wtryskiwania mieszanki powietrza z paliwem pomiędzy palnikami 48a do 48h i 50a do 50h. Tak więc, podczas zmiany cyklu, w chwili otwierania drzwi FG pieca w celu zainicjowania doprowadzania paliwa pyłowego - z pierwszej strony pieca - i doprowadzania paliwa pyłowego w sposób ciągły przez rury 160, 162 i 164, wspomniane paliwo pyłowe jest zawracane do drugiej serii silosów lub zbiorników 106, 108, 110 za pomocą drugich rur powrotnych 202, 204, 206. Po dojścia przeciwległej strony pieca do gotowości rozpoczęcia spalania, zawory 184, 186 i 188 są automatycznie uruchamiane tak, żeby doprowadzały paliwo pyłowe do każdego jednego z palników.

Podstawowa sekwencja realizacji przebiegu odwrotnego w układzie sterowania spalaniem CCS jest pokazana na schemacie blokowym na fig. 3. Sekwencja zwrotna jest sterowana za pomocą układu sterowania spalaniem CCS. Mieszanka powietrza z paliwem pyłowym jest przełączana z jednej serii palników na drugą za pomocą zaworów 184, 186 i 188 w celu doprowadzania mieszanki powietrza z paliwem pyłowym do każdej serii palników. Sygnały wykryte przez układ sterowania są używane przez układ sterowania zasilaniem FCS w celu realizacji specjalnych strategii sterowania do realizacji lepszej stabilności zasilania podczas zwrotnego spalania w zależności od położenia drzwi FG pieca.

W sekwencji kroków, zwrotne działanie zaczyna się kiedy układ sterowania SC (Krok C1) odbiera sygnał wewnętrzny lub zewnętrzny do uruchomienia lub zatrzymania czasu cyklu. Sygnały te są odbierane i przekazywane do regulatora czasowego (Krok C2) - w celu odniesienia zwrotu, który przebiega w sposób ciągły, wytwarzając sygnał w postaci fali prostokątnej o wartości 500 milisekund. W Kroku C3, każde dodatkowe przejście wspomnianego sygnału w inny stan służy do wytworzenia impulsu o długości jednej sekundy „w czasie rzeczywistym” w celu synchronizacji całej postaci przebiegu dla procesora układu sterowania SC. W Kroku C4 każda sekunda jest używana do aktualizacji: pozostałych sekund do zainicjowania zmiany (co 20 minut lub co 30 minut, w zależności od konkretnych pieców, droga płomieni jest odwracana); pozostałych minut do zainicjowania zwrotu; minut, jakie minęły po zwrocie; oraz sekund, jakie minęły po zwrocie. W Kroku C5, jeżeli sygnał synchronizacyjny i czas, jaki minął jest równy lub większy niż szacunkowy czas na zmianę, jeżeli jest równy TAK, wtedy jest generowany sygnał wymuszający zainicjowanie zmiany (Krok C6). Jeżeli wartość sygnału jest NIE, wtedy sygnał ten jest wysyłany do Kroku C7 w celu zainicjowania zmiany. Dodatkowe, nie pokazane, blokady bezpieczeństwa w tym przebiegu uniemożliwiają omyłkowe wyzwolenie sekwencji zwrotnej. Taki przebieg synchronizacyjny jest realizowany dla każdego drzwi FG pieca. Po Kroku C5 i Kroku C6 oraz po otrzymaniu w Kroku C7 sygnałów inicjujących zwrot albo wymuszających zwrot, są one porównywane do czasu trwania zmiany. Jeżeli wartość jest NIE, układ przechodzi do następnego kroku (Krok C8) w celu uzyskania zezwolenia na zainicjowanie zmiany. Jeżeli wartości te są równe, wtedy przebieg odbywa się według Kroku C9 w celu aktualizacji liczników w zależności od położenia drzwi FG pieca, a następnie przechodzi do Kroku C10. W Kroku C10 są porównywane położenia lewych drzwi FG pieca. Jeżeli położenie lewych drzwi FG pieca są prawidłowe, wtedy położenie spalania jest z lewej strony (Krok C11) i przebieg przechodzi do Kroku C12; jeżeli wartość jest NIE, wtedy porównywane są położenia prawych drzwi FG pieca (Krok C12). W Kroku C12 porównywane są położenia prawych drzwi FG pieca. Jeżeli położenie prawych drzwi FG pieca jest prawidłowe, to położenie spalania jest z prawej strony (Krok C13) i układ przechodzi do realizacji Kroku C14. Jeżeli wartość jest NIE, to realizowany jest Krok C14. W Kroku C14 jest realizowane porównywanie drzwi FG pieca (lewych drzwi i prawych drzwi) w celu uniknięcia możliwości, że drzwi pieca są w położeniu nieokreślonym. Jeżeli położenie drzwi FG pieca nie jest prawidłowe, wtedy przebieg przechodzi do Kroku C8 w celu zaini-

cjowania działania sekwencji zmiany z jednych drzwi FG pieca na drugie, na przykład z prawych drzwi pieca na lewe drzwi pieca; jeżeli wartość jest NIE, wtedy przebieg przechodzi do Kroku C15. W tym kroku C15, w razie wykrycia wadliwego położenia drzwi FG pieca, zezwolenie na zmianę położenia drzwi FG pieca jest realizowane ręcznie. Sekwencja biegnie dalej do Kroku C8.

W kroku C8 potrzebne jest zezwolenie na zainicjowanie zmiany drzwi FG pieca. Jeżeli nastąpi potwierdzenie zmiany, wtedy przebieg przechodzi do realizacji Kroku C16, w którym następuje pomiar czasu zmiany, po czym przechodzi do realizacji kroku C17. Jeżeli wartość jest NIE, wtedy następuje bezpośrednie przejście do Kroku C17, w którym jest porównywany automatyczny tryb działania. W Kroku C17, jeżeli tryb działania jest automatyczny, wtedy przebieg przechodzi do realizacji Kroku C18 w celu zainicjowania uruchomienia zaworów 184, 186, 188, i kontynuacji realizacji w kroku C19 (w którym jest porównywany ręczny tryb działania). W Kroku C19, jeżeli tryb działania jest ręczny, wtedy przebieg przechodzi do realizacji Kroku C20 w celu zainicjowania ręcznego działania zaworów 184, 186, 188. Po realizacji Kroku C20, następuje realizacja Kroku C21, w którym zezwolenie na zainicjowanie zmiany drzwi FG pieca jest w położeniu OFF (wyłączonym). W Kroku C22 potrzebny jest pomiar czasu trwania zmiany w oknie. Jeżeli czas trwania zmiany w oknie jest ON (włączony), wtedy zaczyna się sekwencja zmiany (Krok C23) po czym program kończy działanie (C24). Jeżeli czas trwania zmiany w oknie nie jest ON (włączony), to następuje koniec procesu (Krok C24).

Z powyższego wynika, że opisano układ sterowania doprowadzaniem i spalaniem paliwa pyłowego w piecu szklarskim, zaś eksperci w tej dziedzinie mogą zorientować się, że istnieje wiele innych możliwości ulepszeń, które można brać pod uwagę w zakresie określonym w poniższych zastrzeżeniach patentowych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób sterowania układem do magazynowania, doprowadzania i spalania paliwa pyłowego, który zawiera piec szklarski, w którym realizuje się topienie szkła za pomocą szeregu palników umieszczonych w piecu szklarskim używanych na przemian do realizacji cykli spalania i nie spalania, zaś paliwo pyłowe magazynuje się w silosie magazynowym, skąd doprowadza się to paliwo za pomocą co najmniej układu do doprowadzania paliwa pyłowego, który jest napełniany i opróżniany z materiału pyłowego dla zapewnienia stałego przepływu paliwa pyłowego do każdego z palników podczas procesu wytapiania szkła, **znamienny tym**, że monitoruje się co najmniej jedną zmienną roboczą występującą w piecu szklarskim, która bazuje na co najmniej jednym czujniku, przy czym za pomocą każdego czujnika wykrywa się inną zmienną podczas procesu wytapiania szkła, monitoruje się i steruje się napełnianiem oraz opróżnianiem układu do doprowadzania paliwa pyłowego w zależności od ilości paliwa pyłowego, które jest zmagazynowane w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego, zapewniając stały przepływ paliwa pyłowego do każdego z palników, doprowadza się mieszanekę paliwa z powietrzem lub gazem do co najmniej dwóch rur rozprowadzających dostarczających mieszanekę paliwa pyłowego z powietrzem lub gazem do każdego z palników w trakcie przemennego cyklu roboczego pomiędzy cyklami spalania i nie spalania, przy czym dostarcza się mieszanekę paliwa z powietrzem lub gazem bazując na monitorowaniu i doprowadzaniu paliwa pyłowego do każdego palnika i w zależności od zmiennych roboczych w procesie wytapiania szkła oraz oblicza się zmiany cykli spalania i nie spalania palników na zasadzie czasu rzeczywistego.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w czasie prowadzenia etapu dostarczania mieszanki paliwa z powietrzem lub gazem do co najmniej dwóch rur rozprowadzających dostarczających mieszanekę paliwa pyłowego z powietrzem lub gazem do każdego z palników pieca szklarskiego monitoruje się doprowadzanie mieszanki paliwa pyłowego ze strumieniem powietrza z układu do doprowadzania paliwa pyłowego do co najmniej pierwszego palnika usytuowanego z pierwszej strony pieca szklarskiego, monitoruje się nie doprowadzanie mieszanki paliwa pyłowego i strumienia powietrza w co najmniej drugim palniku usytuowanym z przeciwległej strony względem co najmniej pierwszego palnika w piecu szklarskim, uaktywnia się pierwszy czas cyklu dla dostarczenia mieszanki paliwa pyłowego i powietrza do co najmniej pierwszego palnika dla realizacji pierwszego etapu spalania w piecu szklarskim do wytapiania szkła, po czym wykrywa się koniec pierwszego czasu cyklu pierwszego etapu spalania i zamyka się dostawę paliwa pyłowego w pierwszym palniku, ale utrzymuje się dostawę powietrza podczas krótkiego czasu dla czyszczenia pierwszych palników, a ponadto stale utrzymuje się doprowadzanie paliwa pyłowego w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego poprzez zawracanie

doprowadzania paliwa pyłowego do układu do doprowadzania paliwa pyłowego podczas zmiany przepływu paliwa pyłowego i powietrza z co najmniej pierwszego palnika do co najmniej drugiego palnika na drugiej stronie pieca szklarskiego dla realizacji drugiego cyklu spalania, uaktywnia się drugi czas cyklu aby dostarczyć mieszankę paliwa pyłowego i powietrza z układu do doprowadzania paliwa pyłowego do co najmniej drugiego palnika dla realizacji drugiego etapu spalania w piecu szklarskim do wytapiania szkła, monitoruje się doprowadzanie mieszanki paliwa pyłowego i powietrza co najmniej w drugim palniku usytuowanym z przeciwległej strony względem co najmniej pierwszego palnika w piecu szklarskim do wytapiania szkła, wykrywa się koniec drugiego czasu cyklu drugiego etapu spalania i zamyka się dostawę paliwa pyłowego z układu do doprowadzania paliwa pyłowego w drugim palniku, ale utrzymuje się dostawę powietrza podczas krótkiego czasu dla czyszczenia drugich palników, a ponadto stale utrzymuje się doprowadzanie paliwa pyłowego w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego poprzez zawracanie doprowadzania paliwa pyłowego do układu do doprowadzania paliwa pyłowego podczas zmiany cyklu spalania z co najmniej drugiego palnika do co najmniej pierwszego palnika na pierwszej stronie pieca szklarskiego w celu realizacji pierwszego cyklu spalania, przy czym automatycznie zmienia się cykle spalania i nie spalania pomiędzy co najmniej pierwszym palnikiem a co najmniej drugim palnikiem w celu wytopienia szkła.

3. Sposób według zastr. 1, **znamienny tym**, że w czasie prowadzenia etapu dostarczania mieszanki paliwa z powietrzem lub gazem do co najmniej dwóch rur rozprowadzających mieszankę paliwa pyłowego z powietrzem lub gazem do każdego z palników pieca szklarskiego monitoruje się doprowadzanie mieszanki paliwa pyłowego z powietrzem z układu do doprowadzania paliwa pyłowego do co najmniej pierwszego palnika usytuowanego z pierwszej strony pieca szklarskiego, monitoruje się nie doprowadzanie mieszanki paliwa pyłowego i strumienia powietrza w co najmniej drugim palniku usytuowanym z przeciwległej strony względem co najmniej pierwszego palnika w piecu szklarskim, uaktywnia się pierwszy czas cyklu aby dostarczyć mieszankę paliwa pyłowego ze strumieniem powietrza do co najmniej pierwszego palnika dla realizacji pierwszego etapu spalania w piecu szklarskim do wytapiania szkła, po czym wykrywa się koniec pierwszego czasu cyklu pierwszego etapu spalania i zamyka się dostawę paliwa pyłowego w pierwszym palniku, ale utrzymuje się dostawę strumienia powietrza podczas krótkiego czasu dla czyszczenia pierwszych palników, po czym zatrzymuje się przepływ paliwa pyłowego w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego podczas zmiany cyklu spalania z co najmniej pierwszego palnika do co najmniej drugiego palnika umieszczonego na drugiej stronie pieca szklarskiego dla realizacji drugiego cyklu spalania, uaktywnia się drugi czas cyklu aby dostarczyć mieszankę paliwa pyłowego i powietrza z układu do doprowadzania paliwa pyłowego do co najmniej drugiego palnika dla realizacji drugiego etapu spalania w piecu szklarskim do wytapiania szkła, monitoruje się doprowadzanie mieszanki paliwa pyłowego i powietrza w co najmniej drugim palniku usytuowanym z pierwszej przeciwległej strony względem co najmniej pierwszego palnika w piecu szklarskim do wytapiania szkła, wykrywa się koniec drugiego czasu cyklu drugiego etapu spalania i zamyka się dostawę paliwa pyłowego z układu do doprowadzania paliwa pyłowego w drugim palniku, ale utrzymuje się dostawę powietrza podczas krótkiego czasu dla czyszczenia drugich palników, po czym zatrzymuje się przepływ paliwa pyłowego w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego, podczas zmiany cyklu spalania z co najmniej drugiego palnika do co najmniej pierwszego palnika umieszczonego na pierwszej stronie pieca szklarskiego dla realizacji pierwszego cyklu spalania, przy czym prowadzi się automatyczną zmianę cykli spalania i nie spalania pomiędzy co najmniej pierwszym palnikiem a co najmniej drugim palnikiem dla wytopienia szkła.

4. Sposób według zastr. 2, **znamienny tym**, że etap automatycznej zmiany cykli spalania i nie spalania pomiędzy co najmniej pierwszym palnikiem a co najmniej drugim palnikiem do wytapiania szkła bazuje na programowanej sekwencji.

5. Sposób według zastr. 3, **znamienny tym**, że etap automatycznej zmiany cykli spalania i nie spalania pomiędzy co najmniej pierwszym palnikiem a co najmniej drugim palnikiem do wytapiania szkła bazuje na programowanej sekwencji.

6. Sposób według zastr. 3, **znamienny tym**, że w skład etapu wykrywania końca pierwszego czasu cyklu pierwszego etapu spalania i zamykania dostawy paliwa pyłowego w pierwszym palniku wchodzi przesuwanie drzwi na wylocie układu do doprowadzania paliwa pyłowego, który jest zsynchronizowany z układem sterowania dla unikania zatrzymywania i ponownego uruchamiania układu do doprowadzania paliwa pyłowego.

7. Sposób według zastr. 3, **znamienny tym**, że w skład etapu ciągłego utrzymywania doprowadzania paliwa pyłowego w układzie do doprowadzania poprzez zawracanie paliwa pyłowego do ukła-

du do doprowadzania paliwa pyłowego wchodzi etap testowania, kalibrowania i ustawiania układu do doprowadzania paliwa pyłowego.

8. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w skład etapu monitorowania i sterowania napełnianiem oraz opróżnianiem układu do doprowadzania paliwa pyłowego wchodzi sterowanie napełnianiem paliwem pyłowym silosów magazynowych i opróżnianiem ich z paliwa pyłowego w zależności od poziomu paliwa pyłowego, które jest zmagazynowane w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego.

9. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że steruje się kolektorem pyłu usytuowanym w silosie magazynowym oraz w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego, przy czym kolektor pyłu działa podczas napełniania i opróżniania silosu magazynowego lub układu do doprowadzania paliwa pyłowego, albo w wypadku wykrycia przez układ sterowania niekorzystnych warunków monitorowania pyłu.

10. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wyznacza się stężenie tlenu węgla w każdym silosie magazynowym dla uruchomienia co najmniej urządzenia zubożniającego i ochrony środowiska wewnętrznego wewnątrz silosu.

11. Układ sterowania układem do magazynowania, doprowadzania i spalania paliwa pyłowego takiego typu, w skład którego wchodzi piec szklarski takiego typu, który zawiera szereg palników usytuowanych w tym piecu szklarskim, używanych na przemian dla realizacji cykli spalania i niespalania do wytapiania szkła; co najmniej silos magazynowy do magazynowania i doprowadzania paliwa pyłowego; co najmniej układ do doprowadzania paliwa pyłowego, który jest napełniany i opróżniany ze wspomnianego materiału pyłowego zapewniając przepływ paliwa pyłowego do każdego z palników podczas procesu wytapiania szkła, oraz środki do sterowania napełnianiem i opróżnianiem wspomnianego układu do doprowadzania paliwa pyłowego na podstawie pomiaru i monitorowania ilości paliwa pyłowego, które jest zmagazynowane i doprowadzane przez wspomniany układ do doprowadzania paliwa pyłowego, **znamienny tym**, że zawiera środki do monitorowania co najmniej jednej zmiennej roboczej stosowanej we wspomnianym piecu szklarskim, które bazują na co najmniej jednym czujniku (278, 280, 281, 282, 284, 286, 288, 290, 292, 294, 296, 298, 300), przy czym za pomocą każdego czujnika (278, 280, 281, 282, 284, 286, 288, 290, 292, 294, 296, 298, 300) jest wykrywana inna zmienna podczas procesu wytapiania szkła, środki (CCS) do sterowania zmianą cykli spalania i niespalania palników (48a, 48b, 48c, 48d, 48e, 48f, 48g, 48h, 50a, 50b, 50c, 50d, 50e, 50f, 50g, 50h) w piecu szklarskim bazujące na monitorowaniu i doprowadzaniu paliwa pyłowego i na wspomnianych zmiennych roboczych procesu wytapiania szkła, w którym środki (118; 120; 122) lub (274, 276) do sterowania napełnianiem i opróżnianiem układu (SD-5, SD-6, SD-7) do doprowadzania paliwa pyłowego, środki do monitorowania co najmniej jednej zmiennej roboczej stosowanej w piecu szklarskim oraz środki (CCS) do sterowania zmianą cykli spalania i niespalania palników (48a, 48b, 48c, 48d, 48e, 48f, 48g, 48h, 50a, 50b, 50c, 50d, 50e, 50f, 50g, 50h) w piecu szklarskim, są połączone ze środkami komunikacji sieciowej, które je ze sobą nawzajem łączą przy czym środki (CCS) do sterowania zmianą cykli spalania i niespalania palników (48a, 48b, 48c, 48d, 48e, 48f, 48g, 48h, 50a, 50b, 50c, 50d, 50e, 50f, 50g, 50h) dostarczają sygnały wejściowe i wyjściowe do sterowania doprowadzaniem i spalaniem paliwa pyłowego w procesie wytapiania szkła.

12. Układ według zastrz. 11, **znamienny tym**, że środki (118, 120, 122, 274, 276) do sterowania napełnianiem i opróżnianiem układu do doprowadzania paliwa pyłowego (SD-5, SD-6, SD-7) zawierają czujniki poziomu (274, 276) do monitorowania i do wytwarzania sygnałów górnego poziomu oraz dolnego poziomu materiału pyłowego w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego (SD-5, SD-6, SD-7).

13. Układ według zastrz. 11, **znamienny tym**, że układ sterowania (CS) zawiera środki (DC) do sterowania kolektorem pyłu (136, 138, 140) usytuowanym w silosie magazynowym (106, 108, 110) oraz w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego (SD-5, SD-6, SD-7), przy czym kolektor pyłu (136, 138, 140) działa podczas napełniania i opróżniania silosu magazynowego (106, 108, 110) i układu do doprowadzania paliwa pyłowego (SD-5, SD-6, SD-7), albo w wypadku wykrycia przez układ sterowania (CS) niekorzystnych warunków monitorowania pyłu.

14. Układ według zastrz. 11, **znamienny tym**, że układ sterowania (CS) zawiera środki (272) do wyznaczania stężenia tlenu węgla w każdym silosie magazynowym (56, 58) w celu uruchomienia co najmniej urządzenia zubożniającego i ochrony środowiska wewnętrznego wewnątrz silosu (56, 58).

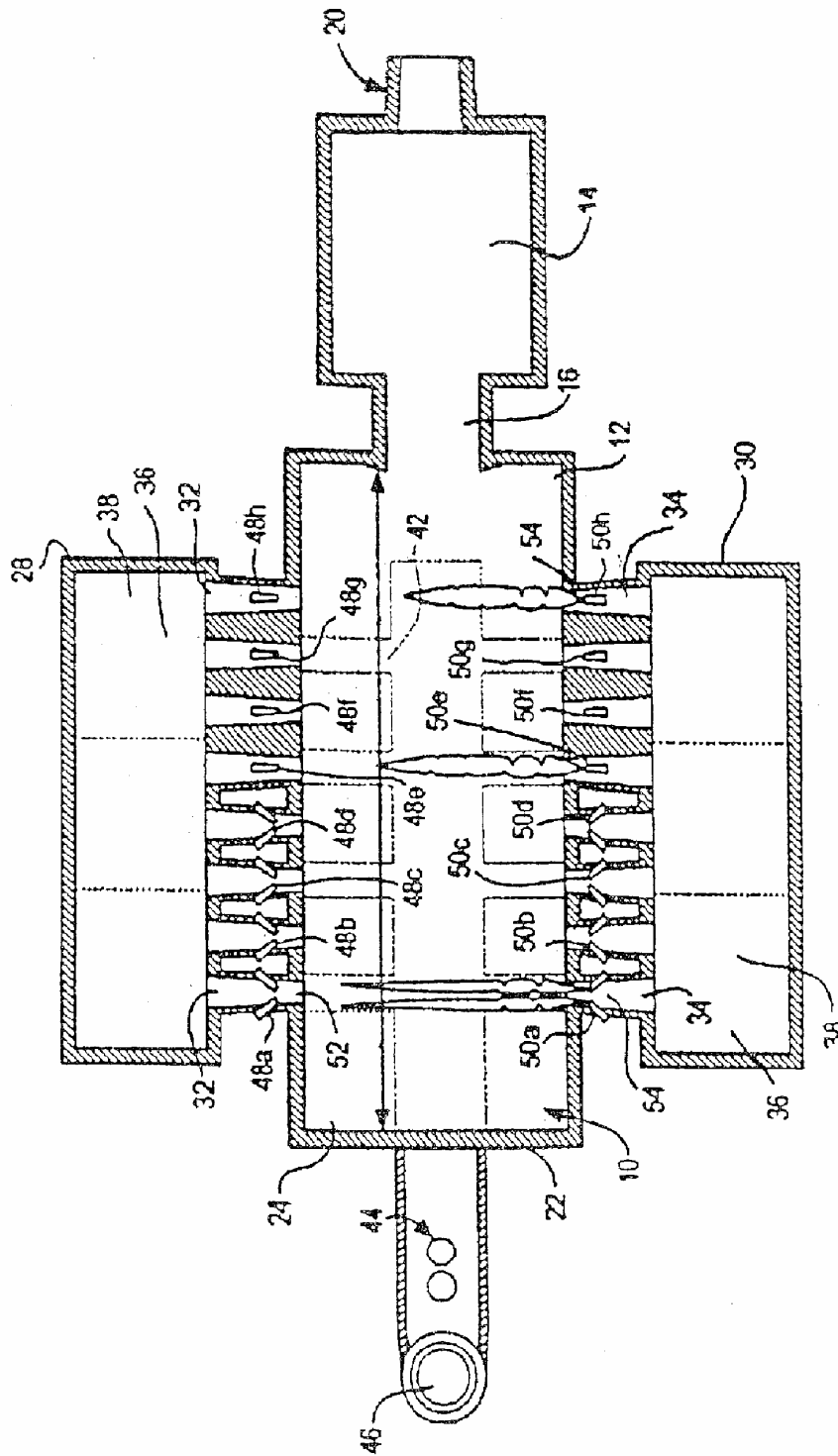
15. Układ według zastrz. 11, **znamienny tym**, że środki do sterowania napełnianiem i opróżnianiem układu do doprowadzania paliwa pyłowego (SD-5, SD-6, SD-7) zawierają środki (275, 277) do pomiaru i monitorowania przepływu powietrza transportowego, środki (275, 277) do monitorowania ciśnienia powietrza transportowego i powietrza transportowego, środki (275, 277) do pomiaru temperatury w układzie do doprowadzania paliwa pyłowego (SD-5, SD-6, SD-7), oraz środki (275, 277) do

sterowania prędkością dmuchawy (224) dla umożliwienia układowi sterowania (CS) ustalenia odpowiedniego stosunku powietrza transportowego do paliwa potrzebnego do realizacji procesu spalania.

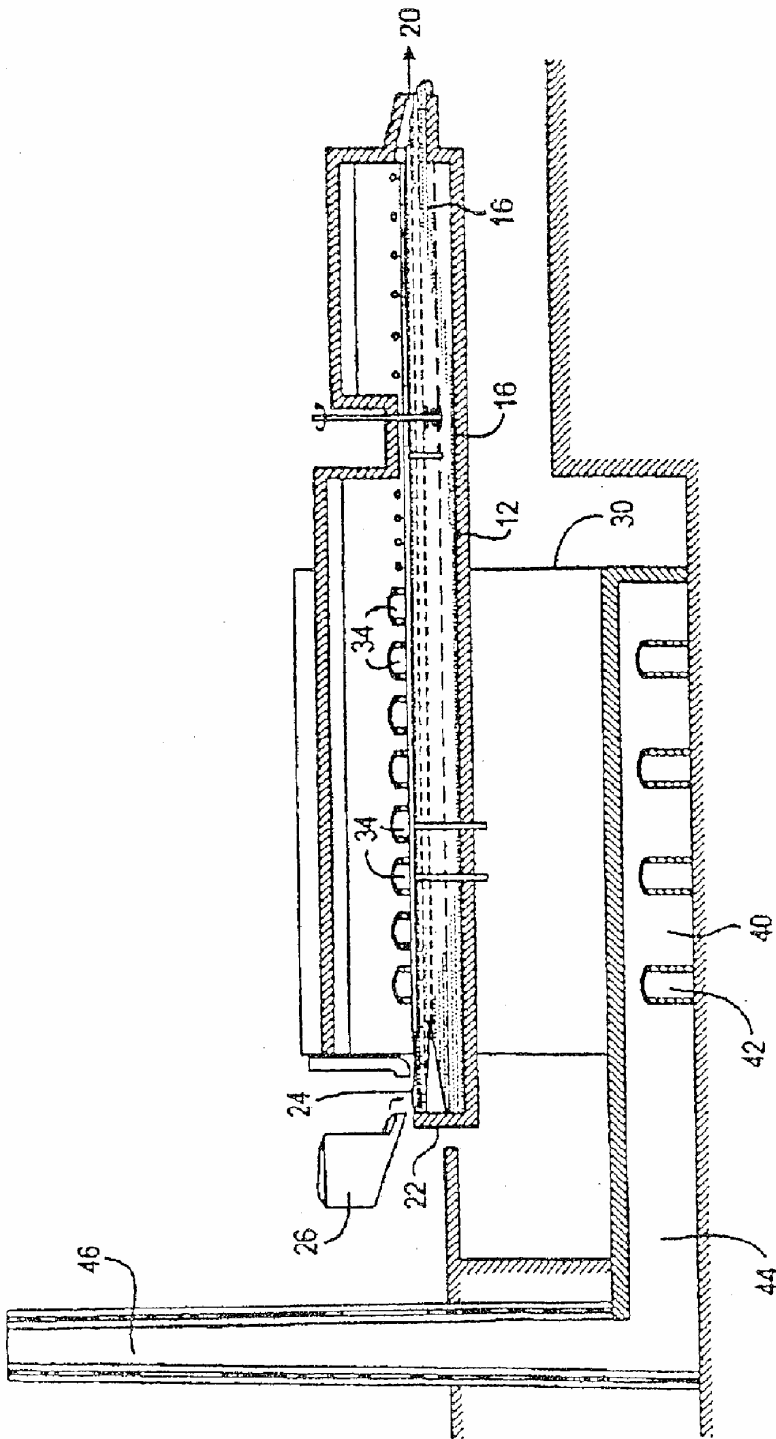
16. Układ według zastrz. 11, **znamienny tym**, że środki (184, 186, 188) do rozprowadzania mieszanki paliwa z powietrzem lub gazem zawierają czujniki (280) do monitorowania przepływu paliwem pyłowym w każdym palniku (48a, 48b, 48c, 48d, 48e, 48f, 48g, 48h, 50a, 50b, 50c, 50d, 50e, 50f, 50g, 50h), czujniki (282) do monitorowania prędkości doprowadzania paliwa pyłowego w każdej rurze, czujniki (284) do monitorowania prędkości doprowadzania powietrza w dmuchawie powietrza (224), czujniki (286) do monitorowania ciśnienia powietrza w dmuchawie powietrza (224), czujniki (290) do monitorowania ciśnienia wewnętrznego i temperatury pieca szklarskiego, oraz czujniki (294) do monitorowania gazów spalinowych w środkach do sterowania środowiskiem.

17. Układ według zastrz. 11, **znamienny tym**, że układ sterowania (CS) zawiera układ sterowania środowiskowego (RCS) do manewrowania odprowadzaniem gazów spalinowych w sposób bezpieczny i sterowany, układ sterowania zbiornikiem odbiorczym i transportera (RCS) do monitorowania napełniania każdego silosu magazynowego połączony z układem sterowania spalaniem (CCS) do sterowania przechodzeniem z cyklu powietrza do spalania na cykl ciepła odlotowego w piecu do wytapiania szkła, który również jest połączony z układem sterowania doprowadzaniem paliwa (FCS), układem sterowania częścią topliwą pieca (MCS) i układem sterowania środowiskowego (ECS) do odbioru i przetwarzania wszystkich zmiennych sterowania występujących w każdym procesie, przy czym układ sterowania doprowadzaniem (FCS) jest także połączony z układami doprowadzania paliwa pyłowego (SD-5, SD-6 i SD-7) do sterowanie naprzemiennie napełnianiem i opróżnianiem drugiego zespołu silosów (106, 108, 110), natomiast układ sterowania częścią topliwą pieca (MCS) do przetwarzania krytycznych zmiennych pieca do wytapiania szkła jest połączony z wieloma czujnikami do monitorowania temperatury wewnętrznej pieca i do monitorowania profilu temperatury w całym piecu.

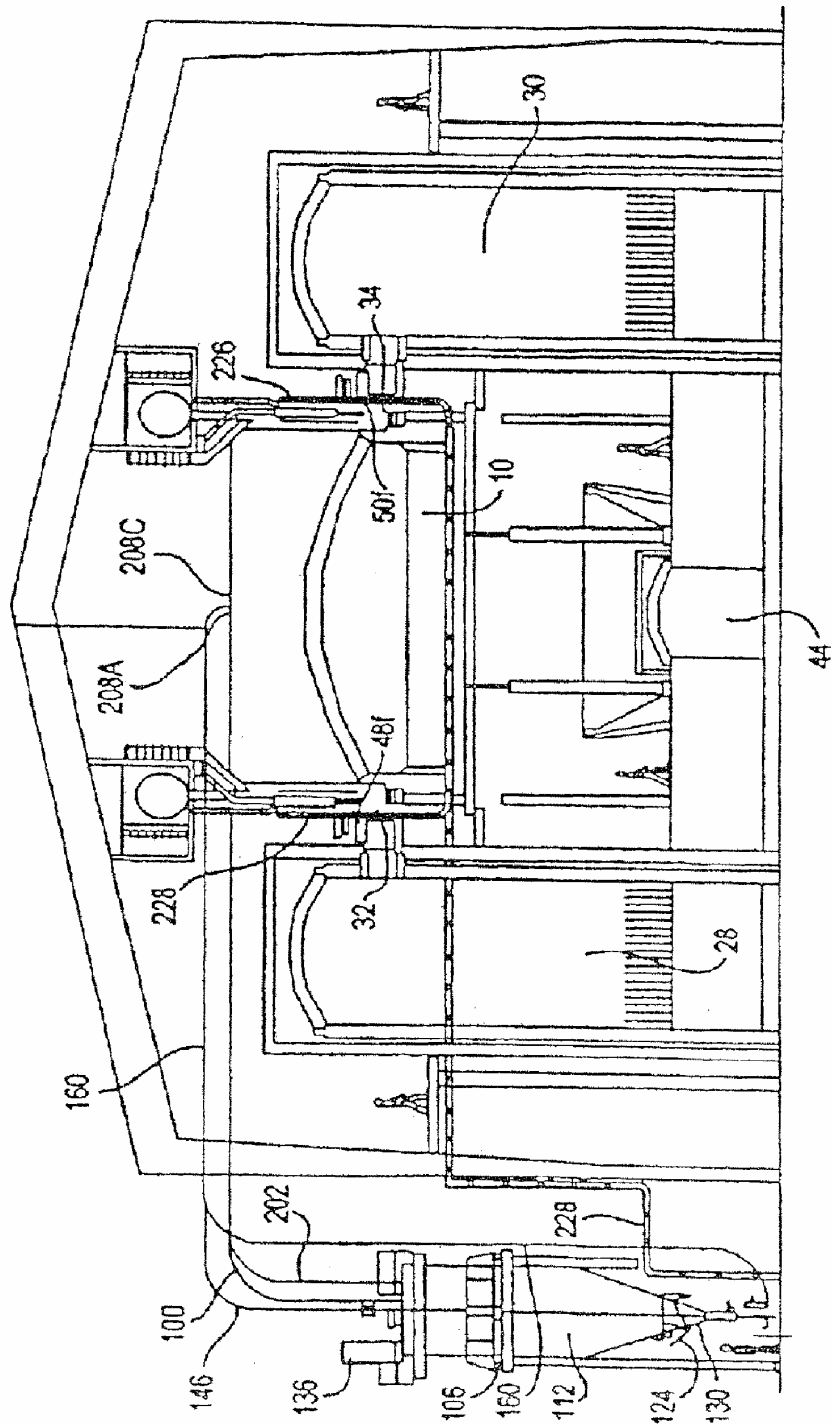
Rysunki



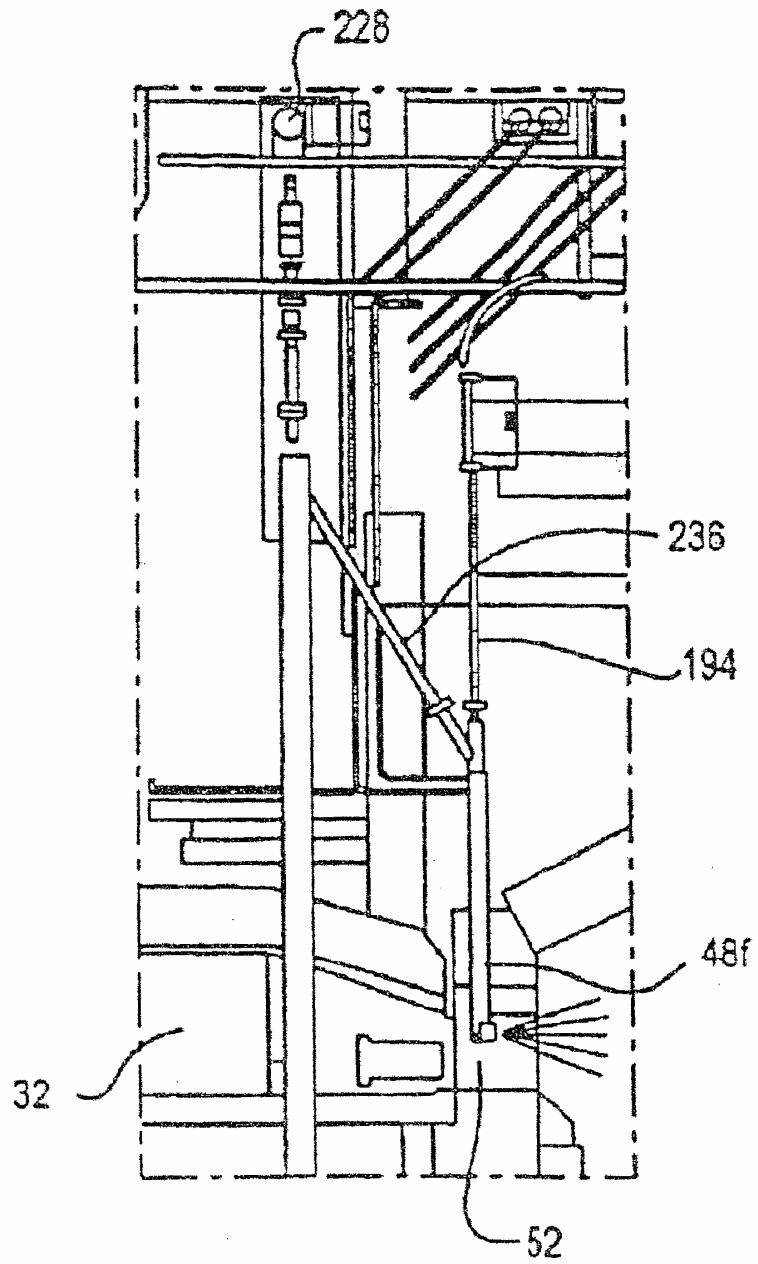
Pos. I



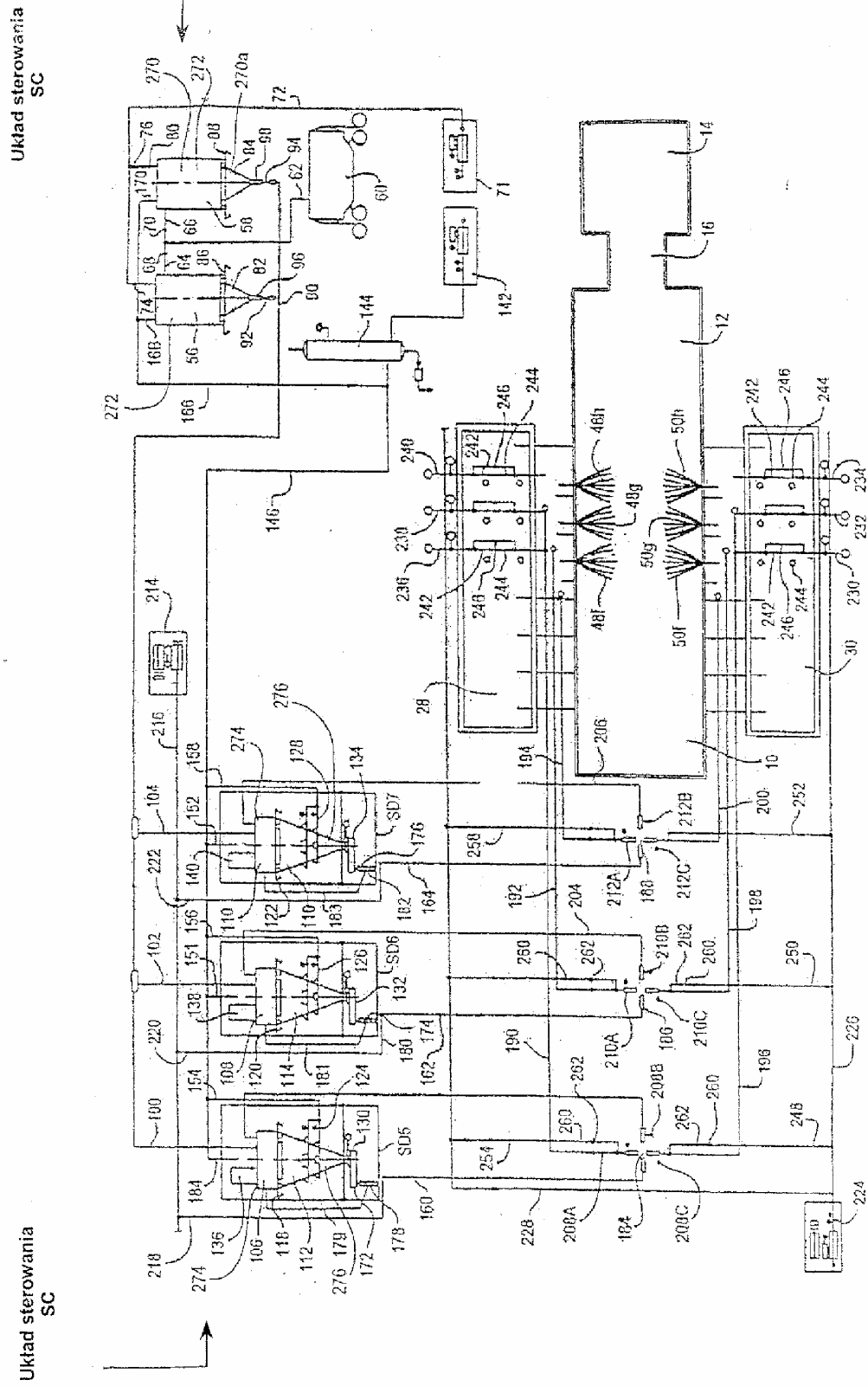
Pos. II



Pos. III



Pos. IV



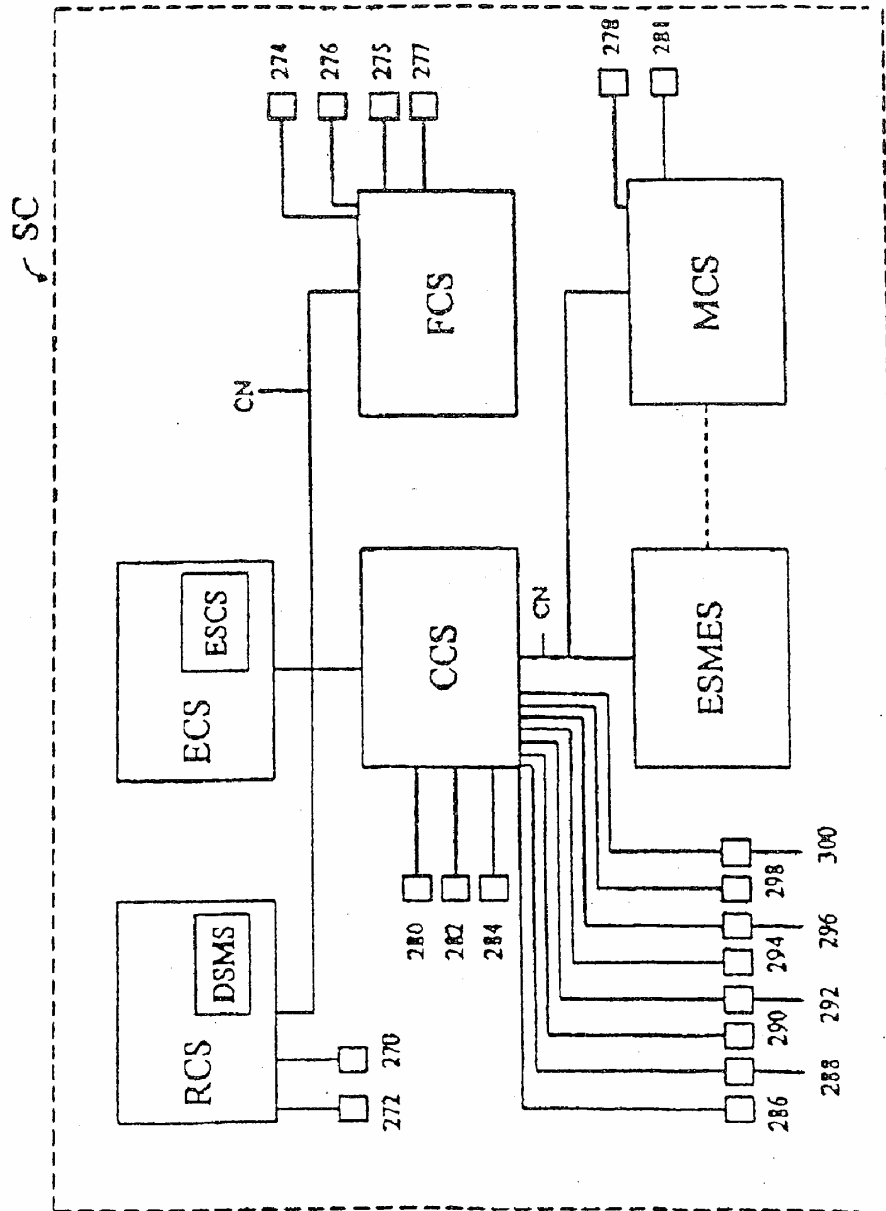


Fig. 2

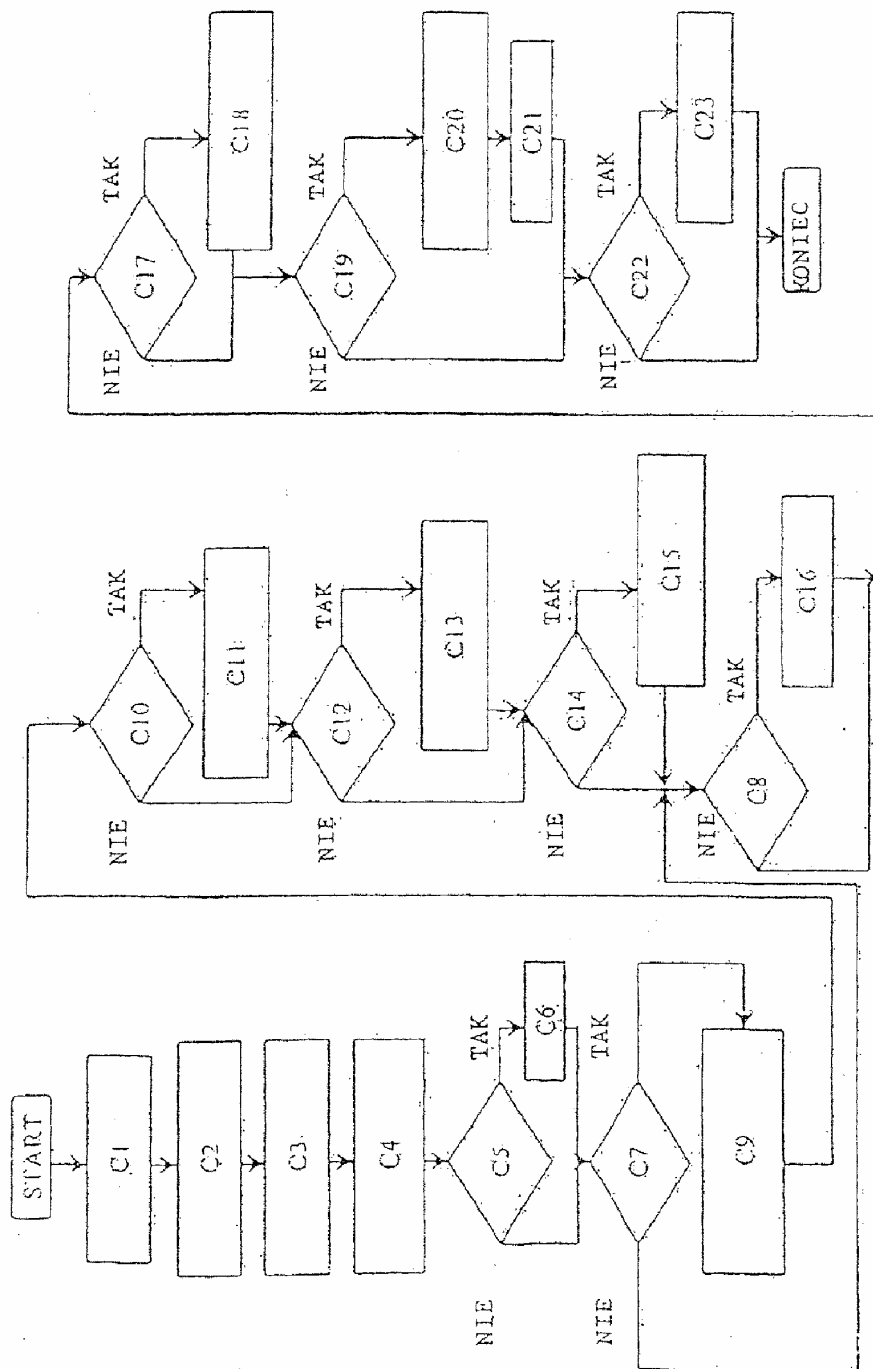


Fig. 3

