

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 246416 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **429343**

(22) Data zgłoszenia: **2019.03.21**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2020.10.05 BUP 21/2020**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.01.27 WUP 04/2025**

(51) MKP:

**F23J 7/00** (2006.01)

**F23C 9/00** (2006.01)

- (73) Uprawniony z patentu:  
**ICS INDUSTRIAL COMBUSTION SYSTEMS  
SPÓŁKA AKCYJNA, Poznań, PL**
- (72) Twórca(-y) wynalazku:  
**DARIUSZ SZEWCZYK, Luboń, PL  
ANDRZEJ PASIEWICZ, Mościenica, PL**

(54) Tytuł:

**Sposób redukcji tlenków azotu oraz tlenku węgla w komorach paleniskowych kotłów wodnych i kotłów parowych, szczególnie kotłów rusztowych oraz układ do redukcji tlenków azotu i tlenku węgla w komorach paleniskowych kotłów wodnych i kotłów parowych, szczególnie kotłów rusztowych**

**PL 246416 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób redukcji tlenków azotu oraz tlenku węgla w komorach paleniskowych kotłów wodnych i kotłów parowych, szczególnie kotłów rusztowych oraz układ do redukcji tlenków azotu i tlenku węgla w komorach paleniskowych kotłów wodnych i kotłów parowych, szczególnie kotłów rusztowych, mający zastosowanie do ograniczenia powstawania tlenków azotu i tlenku węgla oraz/lub ich redukcji w komorach paleniskowych kotłów grzewczych i kotłów energetycznych szczególnie kotłów rusztowych oraz układ do stosowania tego sposobu.

Sposoby opisane w patentach PL 136745 B1 oraz WO 95/15463 wymagają dużych nakładów inwestycyjnych z uwagi na konieczność instalowania złożonych układów chłodzenia, ponadto wprowadzenie rury do wnętrza komory spalania wymaga jej okresowego lub awaryjnego wysuwu, co skutkuje koniecznością instalowania kosztownych układów napędowych, a ponadto wymaga zapewnienia stosunkowo dużej przestrzeni wokół komory spalania, co nie zawsze jest możliwe i praktycznie uniemożliwia aplikację tych rozwiązań w niektórych przypadkach.

Sposoby opisane w patencie US 20160003473 A1 prezentują rozwiązania polegające na wprowadzeniu do komory spalania jednej bądź wielu lanc doprowadzających powietrze z reagentem przez jedną bądź dwie ściany boczne kotła. Rozwiązania te zakładają montaż lanc „na sztywno” bezpośrednio w poszyciu kotła oraz eliminują potrzebę instalowania układów napędowych służących do wysuwu lanc jak i zapewnienia znacznej przestrzeni wokół komory spalania, jednak okresowy przegląd i czyszczenie lanc wymaga wstrzymania procesu spalania wewnątrz kotła. Taki sposób montażu sprawia także, że długość jak i średnica lanc są ograniczone, z uwagi na naprężenia jakim są one poddawane wewnątrz kotła oraz całkowitą masę urządzeń.

Sposoby opisane w patentach US 2006/0118013 A1 oraz WO 2013/09566 A2 skupiają się na sposobach wprowadzenia reagenta wraz z powietrzem wtórnym poprzez dysze umieszczone w jednej bądź wielu ścianach kotła. Taki sposób iniekcji reagenta wraz z powietrzem wtórnym wydatnie wpływa na obniżenie kosztów inwestycyjnych jak i eksploatacyjnych rozwiązania, jednakże ogranicza również dobór odpowiedniego kąta wtrysku reagenta wraz z powietrzem wtórnym oraz może powodować, że substancje te nie są wprowadzone bezpośrednio w sam środek procesu spalania, a jedynie oddziałują na jego część zlokalizowaną bliżej ścian kotła.

Sposób opisany w patencie WO 2004/085922 A2 zakłada ograniczenie emisji NO<sub>x</sub> poprzez zastosowanie metody pierwotnej redukcji związków toksycznych polegającą na podziale strumienia powietrza do spalania. W rozwiązaniu tym, część powietrza dostarczana jest w pobliżu podawania paliwa jako powietrze pierwotne, a pozostała część powietrza niezbędna do całkowitego i zupełnego spalania paliwa podawana jest powyżej punktu podawania paliwa, w wyższych częściach obszaru spalania, za pomocą dysz rozlokowanych na ścianach komory spalania, strumień powietrza podawany w tym obszarze tworzy wir równoległy lub zbliżony do płaszczyzny prostopadłej do osi pionowej komory spalania.

Sposób opisany w zgłoszeniu patentowym P.423576 zakłada, że gaz procesowy, lub gaz procesowy i reagent, do komory paleniskowej, wtryskiwane są w kierunku przeciwbieżnym do głównego, naturalnego kierunku przepływu spalin przez komorę paleniskową, korzystnie z góry na dół, to jest w przypadku wtrysku z górnej, bocznej lub przedniej ściany komory paleniskowej, w kierunku wzrostu temperatury w komorze paleniskowej, a w przypadku wtrysku gazu procesowego poprzez lance z tylnej ściany komory paleniskowej, jako dodatkowego wzmocnienia wiru, gaz procesowy dostarczany jest w kierunku poziomym, z zachowaniem odchylenia strugi wynoszącego  $\pm 45^\circ$ , w płaszczyźnie równoległej do wzdułżnej płaszczyzny symetrii komory paleniskowej, przy czym punkty wtrysku gazu procesowego zlokalizowane są na przedniej, górnej, bocznej bądź na tylnej ścianie komory paleniskowej, natomiast punkty wtrysku reagenta i gazu procesowego zlokalizowane są na przedniej ścianie komory paleniskowej, bocznej bądź na górnej ścianie komory paleniskowej, przy czym przy wtrysku gazu procesowego lub gazu procesowego i reagenta z górnej, bocznej lub przedniej ściany komory paleniskowej, punkty wtrysku znajdują się w odległości do 0,5 głębokości komory paleniskowej od osi rur przedniego ekranu, zaś przy wtrysku gazu procesowego z tylnej ściany komory paleniskowej punkty wtrysku zlokalizowane są w odległości do 0,2 głębokości komory paleniskowej od osi rur tylnego ekranu komory paleniskowej. Opisany powyżej sposób podawania gazu procesowego lub gazu procesowego i reagenta powoduje powstanie przy tylnej ścianie komory paleniskowej, na znacznej części szerokości kotła, strumienia spalin o dużej koncentracji NO<sub>x</sub>, a opisany sposób podawania poprzez lance zbudowane na ścianach bocznych komory paleniskowej kotła gazu procesowego i reagenta umożliwia przedostanie się reagenta do tego strumienia i redukcji w tym obszarze związków NO<sub>x</sub>.

Zadaniem technicznym do rozwiązania jest eliminacja powyższych niedogodności oraz ograniczeń, z gwarancją: dalszego obniżenia emisji NOx, obniżenia emisji CO, obniżenia do minimum lub zupełnego wyeliminowania reagenta w spalinach i popiołach lotnych, wzrostu sprawności układu, oraz zmniejszenia kosztów eksploatacyjnych.

Istota wynalazku, którym jest sposób redukcji tlenków azotu oraz tlenku węgla w komorach paleniskowych kotłów wodnych i kotłów parowych, szczególnie kotłów rusztowych, **polega na tym, że** gaz procesowy, będący powietrzem, spalinami lub mieszaniną spalinowo powietrzną, korzystnie z reagentem, którym jest roztwór wody amoniakalnej, lub roztwór mocznika, korzystnie roztwór wody amoniakalnej o stężeniu amoniaku do 25%, wtryskiwane są do komory paleniskowej (4), przy czym wtrysk z lanc (6, 7) zabudowanych na przedniej ścianie komory paleniskowej odbywa się na jednym do trzech poziomów w kierunku przeciwbieżnym do głównego, naturalnego kierunku przepływu spalin (FG) przez komorę paleniskową (4), korzystnie z góry na dół, z odchyleniem  $\pm 15^\circ$ , a kąt ten mierzony jest pomiędzy linią środkową strugi a ścianą przednią komory paleniskowej, w płaszczyźnie równoległej do wzdłużnej płaszczyzny symetrii komory paleniskowej, to jest w kierunku wzrostu temperatury w komorze paleniskowej (4), przy czym część wtryskiwanego strumienia do 20% strumienia podawanego lancami (6, 7) zabudowanym na przedniej ścianie komory paleniskowej, wtryskiwana jest w kierunku prostopadłym do ściany przedniej z możliwym odchyleniem strugi  $\pm 15^\circ$ , natomiast wtrysk z lanc (10) zabudowanych na tylnej ścianie komory paleniskowej odbywa się w kierunku ściany przedniej pod kątem od  $30^\circ$  do  $60^\circ$ , a kąt ten mierzony jest pomiędzy linią środkową strugi a ścianą tylną komory paleniskowej (4), w płaszczyźnie równoległej do wzdłużnej płaszczyzny symetrii komory paleniskowej (4), zaś wtrysk z lanc (12, 13) zabudowanych na górnej ścianie komory paleniskowej (4) realizowany jest na jednym do czterech poziomów i odbywa się w kierunku przeciwbieżnym do głównego kierunku przepływu produktów/półproduktów procesu spalania, przepływających przez komorę paleniskową urządzenia, to jest z góry do dołu w kierunku rusztu (3) kotła, z zachowaniem odchylenia strugi wynoszącego  $\pm 60^\circ$ , przy czym kąt ten mierzony jest pomiędzy linią środkową strugi a osią symetrii lancy wtryskowej (12, 13), która prostopadła jest do pokładu rusztu (3), w płaszczyźnie równoległej do wzdłużnej płaszczyzny symetrii komory paleniskowej (4) poza tym odchylenie to, jak również ilość punktów wtrysku, zmienia się w zależności od obciążenia kotła, zaś wtrysk z lanc (16, 17) zabudowanych na bocznych ścianach komory paleniskowej realizowany jest na jednym do trzech poziomów, a kierunek wtrysku jest prostopadły do ścian bocznych, czyli jest prostopadły do głównego kierunku przepływu produktów/półproduktów procesu spalania, przepływających przez komorę paleniskową (4) urządzenia, z zachowaniem możliwości odchylenia strugi o kąt  $\pm 20^\circ$ , czyli trafia do wnętrza wiru dolnego, natomiast gaz procesowy do komory paleniskowej (4) dostarczany jest z prędkością od 30 do 180 m/s, korzystnie 135 m/s, w ilości do 20% stechiometrycznego zapotrzebowania powietrza niezbędnego do spalania paliwa dostarczanego do kotła, korzystnie w ilości 15%, przy czym do 60% gazu procesowego wtryskiwane jest lancami (6) zabudowanymi na ekranie przednim komory paleniskowej (4), z czego 60% gazu procesowego wtryskiwane jest lancami (10) zabudowanymi na ekranie tylnym komory paleniskowej (4), do 25% gazu procesowego wtryskiwane jest lancami (12) zabudowanymi na ekranie górnym komory paleniskowej (4) oraz do 15% gazu procesowego wtryskiwane jest lancami (16) zabudowanymi na ekranach bocznych komory paleniskowej (4), ponadto reagent do komory spalania dostarczany jest z prędkością od 30 do 180 m/s, korzystnie 135 m/s, przy czym punkty wtrysku reagenta zlokalizowane są na przedniej ścianie komory paleniskowej, na górnej ścianie komory paleniskowej (4), na bocznych ścianach komory paleniskowej (4), a ilość punktów wtrysku reagenta może być równa bądź różna od ilości punktów wtrysku gazu procesowego, przy czym przy wtrysku z przedniej ściany komory paleniskowej, punkty wtrysku znajdują się w odległości do 0,5 głębokości komory paleniskowej od osi rur przedniego ekranu, korzystnie 0,1 i na wysokości od 0,2 do 0,8 wysokości komory paleniskowej (4) nad pokładem rusztu (3), korzystnie 0,5, przy wtrysku z górnej ściany komory paleniskowej (4), punkty wtrysku znajdują się w odległości od 0,05 do 0,3 głębokości komory paleniskowej (4) od osi rur tylnego ekranu komory paleniskowej (4), korzystnie 0,15 oraz na wysokości od 0,5 do 1,5 wysokości festonu od osi rur górnego ekranu, korzystnie 0,9 wysokości festonu, natomiast przy wtrysku z bocznych ścian komory paleniskowej (4) punkty wtrysku znajdują się w odległości od 0,05 do 0,5 głębokości komory paleniskowej (4) od osi rur tylnego ekranu komory paleniskowej (4) i rozlokowane są na jednym do trzech poziomów, korzystnie na trzech poziomach, przy czym każdy z poziomów usytuowany jest w równej bądź w różnej odległości od ekranu tylnego komory paleniskowej (4), korzystnie poziom zlokalizowany najniżej w komorze paleniskowej (4) znajduje się najdalej od ekranu tylnego komory paleniskowej (4), a lance rozlokowane są na wysokości od 0,1 do 0,7 wysokości komory paleniskowej (4) nad pokładem rusztu (3), zaś przy wtrysku z tylnej ściany komory

paleniskowej (4) punkty wtrysku zlokalizowane są na wysokości dolnej krawędzi festonu kotła, to jest na wysokości końca ściany szczelnej tylnego ekranu komory paleniskowej z możliwym przesunięciem w obie strony do 0,6 wysokości festonu, korzystnie na wysokości dolnej krawędzi festonu, ilość gazu procesowego lub gazu procesowego i reagenta wtryskiwanego do komory paleniskowej (4), jest zmieniana w pełnym zakresie regulacji to jest od 0 do 100%, dla poszczególnych grup punktów wtrysku lub punktów wtrysku, przez jednostkę sterującą (30) w oparciu o diagram sterowania w niej zaprogramowany, to jest w zależności od obciążenia kotła jak również w oparciu o wielkości mierzone: temperatury, udziału O<sub>2</sub>, CO lub NO<sub>x</sub> w spalinach, które to parametry monitorowane są przez urządzenia pomiarowe zabudowane w komorze paleniskowej (4) w postaci czujników temperatury (14) lub/i urządzenia zabudowane poza komorą spalania będące analizatorem spalin (29), a regulacja odbywa się poprzez urządzenia wykonawcze w sposób indywidualny dla poszczególnych punktów wtrysku bądź grupowy dla grupy punktów zabudowanych na danej ścianie komory paleniskowej (4), danym poziomie, czy o określonym kierunku wtrysku.

Sposób ten realizowany jest w układzie według wynalazku, do redukcji tlenków azotu i tlenku węgla w komorach paleniskowych kotłów wodnych i kotłów parowych, szczególnie kotłów rusztowych, którego istota **polega na tym**, że poprzez układ zawierający: zasilacz gazu procesowego składający się z wspólnego kanału gazu procesowego do połączenia z odcinkiem kanału spalin łączącego układ odpylania lub odpylania i odsiarczania spalin z kominem kanał powietrzny z czerpnią (18) i przepustnicą regulacyjno-odcinającą powietrza (19), połączony z kanałem wspólnym, przepustnicę regulacyjno-odcinającą (20) zabudowaną na kanale wspólnym, gdzie za pomocą przepustnic (19) i (20) regulowany jest stosunek powietrza do spalin w gazie procesowym, dalej układ zawiera wentylator gazu procesowego (20) zamontowany na kanale wspólnym i grupę urządzeń pomiarowych (22) zabudowanych na kanale gazu procesowego służących do pomiaru i regulacji strumienia gazu procesowego, kanał gazu procesowego rozgałęziający się na szereg kolektorów, do pięciu kolektorów, korzystnie czterech (5), (9), (11), (15), zawierających grupę lanc wytryskowych (6), (10), (12) i (16) gazu procesowego oraz lance wtryskowe reagenta (7, 13, 17), przy czym lance gazu procesowego (6, 10, 12, 16) i lance do wtrysku reagentu (7, 13, 17) są zabudowane na co najmniej jednej ze ścian komory spalania (4) na co najmniej jednym poziomie, przy czym punkty wtrysku z lanc znajdują się w odległości do 0,5 głębokości komory paleniskowej od osi rur przedniego ekranu, korzystnie 0,1 i na wysokości od 0,2 do 0,8 wysokości komory paleniskowej (4) nad pokładem rusztu (3), korzystnie 0,5, przy wtrysku z górnej ściany komory paleniskowej, punkty wtrysku znajdują się w odległości od 0,05 do 0,3 głębokości komory paleniskowej od osi rur tylnego ekranu komory paleniskowej (4), korzystnie 0,15 oraz na wysokości od 0,5 do 1,5 wysokości festonu od osi rur górnego ekranu, korzystnie 0,9 wysokości festonu, natomiast przy wtrysku z bocznych ścian komory paleniskowej (4) punkty wtrysku znajdują się w odległości od 0,05 do 0,5 głębokości komory paleniskowej (4) od osi rur tylnego ekranu komory paleniskowej (4) i rozlokowane są na jednym do trzech poziomów, korzystnie na trzech poziomach, przy czym każdy z poziomów usytuowany jest w równej bądź w różnej odległości od ekranu tylnego komory paleniskowej (4), korzystnie poziom zlokalizowany najniżej w komorze paleniskowej (4) znajduje się najdalej od ekranu tylnego komory paleniskowej (4), a lance rozlokowane są na wysokości od 0,1 do 0,7 wysokości komory paleniskowej (4) nad pokładem rusztu (3), zaś przy wtrysku z tylnej ściany komory paleniskowej punkty wtrysku zlokalizowane są na wysokości dolnej krawędzi festonu kotła, to jest na wysokości końca ściany szczelnej tylnego ekranu komory paleniskowej z możliwym przesunięciem w obie strony do 0,6 wysokości festonu, korzystnie na wysokości dolnej krawędzi festonu, ponadto na każdej z instalacji strefowych zabudowana jest przepustnica regulacyjno-odcinająca (23) gazu procesowego oraz czujnik ciśnienia, przy czym przepustnica regulacyjno-odcinająca (23) oraz czujnik ciśnienia służą do regulacji strumienia gazu procesowego dostarczanego z kanału wspólnego do danej strefy, układ zawiera również wbudowane elementy do odcinania poszczególnych lanc tuż przed wprowadzeniem gazu procesowego do lanc (6, 10, 12, 16) oraz reagenta do lanc (7, 13, 17); układ zawiera również jednostkę sterującą (30) do kontrolowania ilości gazu procesowego, a także gazu procesowego i reagenta, oraz lokalizacji, i kierunku wtrysku gazu procesowego i reagenta w komorze paleniskowej (4), a także współpracuje z urządzeniami wykonawczymi i pomiarowymi zainstalowanymi w układach jest również wykonanie, w którym wentylator (21) wyposażony jest w przemiennik częstotliwości dostarcza gaz procesowy o wymaganym strumieniu i ciśnieniu od jednego do dwóch kolektorów gazu procesowego wymagających najwyższego ciśnienia, z kolei instalacja wtrysku reagenta do układu składa się z połączonych ze sobą kolejno: zbiornika (24), pomp (25) wyposażanych w elementy odcinające oraz filtrujące i przemienniki częstotliwości, układu pomiarowego (26) korzystnie do pomiaru strumienia i ciśnienia, elementów

regulacyjno-odcinających (27), które to urządzenia utrzymują odpowiednie ciśnienie i przepływ w instalacji reagenta i poprzez instalację rurową oraz poprzez elementy odcinające poszczególne punkty wtrysku (7), (13) i (17) rozlokowane na komorze paleniskowej (4) dostarczają reagent do tejże komory, w innej konfiguracji główny kolektor gazu procesowego jest wyposażony w lance centralnego wtrysku reagenta (29) w kolektor główny gazu procesowego lub w kilka punktów wtrysku reagenta do poszczególnych kolektorów gazu procesowego (5), (11), (15), zasilających poszczególne grupy lanc wtryskowych zlokalizowane na ścianach komory paleniskowej (4), układ zawiera urządzenie (29) mierzące stężenie NO<sub>x</sub>, CO i O<sub>2</sub> w spalinach, zainstalowane w lub za częścią konwekcyjną kotła (8); ponadto układ zawiera czujnik temperatury spalin (14) zainstalowany w komorze paleniskowej (4), dodatkowo sygnał z czujnika temperatury (14) i/lub z analizatora spalin (29) oraz sygnał o bieżącym obciążeniu urządzenia są przesyłane do jednostki sterującej (30), która reguluje zarówno ilością wtryskiwanego gazu procesowego jak i gazu procesowego i reagenta jak również miejscem i kierunkiem wtrysku gazu procesowego i reagenta poprzez urządzenia wykonawcze i pomiarowe zabudowane na tych instalacjach.

W odmianie wykonania co najmniej jeden kolektor gazu procesowego jest wyposażony w co najmniej jedną lancę (28) do wtrysku reagenta w postaci płynnej bądź gazowej. W innej odmianie wykonania lance gazu procesowego (6, 12, 16) zawierają dysze reagenta (7, 13, 17) zainstalowane w komorze paleniskowej (4), a liczba dysz reagenta jest równa lub mniejsza od liczby lanc gazu procesowego. Jest też odmiana wykonania, w której lance reagenta (7, 13, 17) są zainstalowane pomiędzy lancami wtrysku gazu procesowego (6, 12, 16) na poziomie lanc gazu procesowego, a liczba lanc reagenta jest równa lub mniejsza od liczby lanc gazu procesowego. W kolejnej odmianie wykonania wentylator (21) jest połączony z lancami (6, 12, 16), do których bezpośrednio dostarcza gaz procesowy, a elementy regulacyjno-odcinające (27) są połączone z lancami (7, 13, 17), do których bezpośrednio dostarczają reagent.

Takie rozwiązanie spowodowało, że w prezentowanym wynalazku według sposobu wykorzystano efekt dynamiczny strugi gazu procesowego do intensyfikacji procesu mieszania w komorze paleniskowej poprzez wywołanie we wnętrzu komory paleniskowej silnej wewnętrznej recyrkulacji spalin oraz silnego zawirowania, którego kierunek jest przeciwbieżny do głównego, naturalnego kierunku przepływu spalin, a płaszczyzna wirowania jest równoległa do wzdłużnej płaszczyzny symetrii komory paleniskowej. Rozwiązanie to skutkuje wyrównaniem profilu temperatury w komorze paleniskowej, które powoduje wyrównanie obciążenia cieplnego komory, co z kolei bezpośrednio przekłada się na wzrost wydajności i żywotności urządzenia, rozwiązanie według sposobu pozwala na precyzyjne sterowanie temperaturą w komorze spalania w obszarze gdzie dochodzi do zjawiska redukcji tlenków azotu i dopalania CO, powoduje zmniejszenie koncentracji reagenta w komorze paleniskowej co ogranicza do minimum ryzyko powstawania korozji elementów urządzenia, ponadto wynalazek według jednej z odmian wykonania poprzez rozlokowanie lanc na kilku poziomach komory paleniskowej, zwiększa możliwości systemu, w szczególności w dużym zakresie zmienności obciążenia kotła i zwykle stosowane jest w jednostkach o większej mocy. Wynalazek według sposobu ponadto ogranicza w stosunku do znanych metod zużycie reagenta, a tym samym pozwala ograniczyć do minimum zawartość nieprzereagowanego reagenta w popiołach lotnych i spalinach, co odgrywa bardzo ważną rolę jeżeli chodzi o koszty eksploatacyjne układu, ochronę środowiska i zagospodarowanie popiołów. Przeciwbieżny kierunek wtrysku reagenta w stosunku do głównego, naturalnego kierunku przepływu spalin oraz do wnętrza wytworzonych wirów jak i opisane punkty i kierunki wtrysku, mają bardzo ważną zaletę w stosunku do tradycyjnych kierunków i miejsc wtrysku reagenta przytoczonych w badaniu stanu techniki, gdyż w opisanym sposobie według wynalazku nie zachodzi zjawisko lub jest ograniczone do minimum, polegające na „porywaniu” cząstek nieprzereagowanego reagenta, bezpośrednio po wtrysnięciu go do komory paleniskowej przez spaliny do konwekcyjnej części kotła, to jest miejsca w którym nie ma warunków, odpowiedniego „okna temperaturowego”, do zaistnienia reakcji redukcji, a dalej do układów oczyszczania i odprowadzania spalin, kolejną zaletą sposobu według wynalazku wynikającą z przeciwbieżnego kierunku podawania reagenta w stosunku do kierunku przepływu spalin oraz do wnętrza wytworzonych wirów jest to, że w stosunku do znanych metod znacznie wydłuża się czas od wtrysku reagenta do komory paleniskowej, w obszarze o stosunkowo niskiej temperaturze, do zaistnienia reakcji redukcji, w którym to czasie, reagent miesza się z wtryskiwanym gazem procesowym i produktami spalania poruszając się w kierunku wzrostu temperatury, to jest w kierunku obszaru spalania, gdzie w przedziale temperaturowym od 850°C do 1050°C i w obecności związków azotu zachodzi reakcja redukcji, dalej nieprzereagowane cząstki reagenta trafiają w obszar temperatur powyżej temperatury 1050°C gdzie wiążą się z tlenem i tworzą związki typu NO<sub>x</sub>, które następnie wraz z produktami spalania kierują się do

góry komory paleniskowej, zgodnie z głównym, naturalnym ciągiem panującym w komorze paleniskowej, gdzie napotykają na w dalszym ciągu nieprzereagowany reagent oraz wymagane z punktu zaistnienia reakcji redukcji warunki temperaturowe do zaistnienia reakcji redukcji NO<sub>x</sub>, część w dalszym ciągu nieprzereagowanego reagenta oraz niezredukowanych związków azotu (NO<sub>x</sub>), zawracana jest ponownie do obszaru dogodnego z punktu widzenia zaistnienia reakcji redukcji NO<sub>x</sub>, poprzez silne wiry spalin recyrkulujących wytwarzane przez strumień gazu procesowego. Takie prowadzenie procesu w sposób naturalny i samoistny wpływa na efektywność procesu redukcji i w szerokim zakresie zabezpiecza układ przed przedostawaniem się nieprzereagowanego reagenta do instalacji odprowadzających popioły, pyły czy do układów oczyszczania i odprowadzania spalin, kolejną zaletą sposobu według wynalazku jest to, że gaz procesowy wtryskiwany do komory paleniskowej w kierunku przeciwbieżnym do naturalnego kierunku przemieszczania się spalin w komorze paleniskowej i z wysokimi prędkościami zawraca w kierunku rusztu, to jest w obszar wysokich temperatur, cząsteczki niespalonego węgla, które w dotychczas znanych rozwiązaniach, są porywane z warstwy węgla poruszającej się na ruszcie przez powietrze podmuchowe dostarczane przez ruszt i jako węgiel trafiają wraz z popiołami lotnymi do układów odpylania i wydatnie obniża sprawność jednostki. Prezentowany sposób według wynalazku w sposób znaczący obniża zawartość pierwiastka węgla w popiołach lotnych przez co bezpośrednio przyczynia się do wzrostu sprawności układu, obniża również ilość popiołów lotnych unoszonych przez spaliny opuszczające kocioł, a trafiających do układów odpylania, co wpływa na wydłużenie żywotności tych urządzeń, a w nowo budowanych jednostkach umożliwia zastosowanie mniejszych układów odpylania pierwszego stopnia, co wpływa na obniżenie ceny tych elementów. Efekty ten szczególnie wyraźnie widoczne są przy spalaniu gorszej jakości węgla zawierającego dużo tak zwanego podziarna.

Przedstawiony sposób podawania gazu procesowego lub gazu procesowego i reagenta powoduje powstanie silnego głównego wstecznego wewnętrznego wiru recyrkulacyjnego, oraz w zależności od wydajności kotła od jednego do dwóch dodatkowych wirów, jednego, zwanego wirum górnym, który powstaje w obszarze ograniczonym przez ekran przedni, górny i strugę gazu procesowego wtryskiwaną z lanc zabudowanych na ekranie tylnym komory paleniskowej, wir ten szczególnie uwidacznia się przy średnich i wysokich obciążeniach kotła, oraz drugiego, zwanego wirum dolnym, który powstaje w obszarze ograniczonym przez ekran tylny, pokład rusztu i strumień spalin przemieszczających się z przednich stref rusztu w kierunku ekranu tylnego a dalej festonu, wir ten szczególnie uwidacznia się przy niskich obciążeniach kotła, wir główny oraz wir górny powstające przy średnich i wysokich obciążeniach kotła, zasysają spaliny z głównego strumienia spalin, z obszaru tuż przed połączeniem komory paleniskowej z ciągiem konwekcyjnym, a tym samym stwarzają optymalne warunki do prowadzenia procesu redukcji tlenków azotu i dopalania tlenku węgla, przy minimalnym udziale tlenu w spalinach, oraz minimalizują ilość przedostającego się reagenta do komina, ograniczenie tego efektu wynika z faktu iż przeciwbieżny kierunek wtrysku reagenta, w kierunku wzrostu temperatury w komorze paleniskowej, oraz silna wewnętrzna recyrkulacja daje czas na zmieszanie się reagenta z gazem procesowym i spalinami co skutkuje powstaniem homogenicznej mieszanki, a tym samym wpływa na skrócenie czasu potrzebnego na reakcję redukcji NO<sub>x</sub>, do której dochodzi po dostaniu się mieszaniny do obszaru o temperaturze od 850°C do 1050°C, nadmiar nieprzereagowanego reagenta następnie przedostaje się do obszaru o temperaturze powyżej 1050°C gdzie łączy się z tlenem tworząc związki NO<sub>x</sub>, które transportowane są wraz z głównym strumieniem spalin do obszaru, w komorze paleniskowej, o niższej temperaturze gdzie powtórnie napotykają reagent i zostają zredukowane, część spalin tuż przed połączeniem komory paleniskowej z ciągiem konwekcyjnym kotła jest powtórnie zawracana na skutek oddziaływania silnych wirów recyrkulacyjnych i trafia odpowiednio do kolejnych stref, podobny mechanizm wytwarza wir dolny, który uwidacznia się przy niskich obciążeniach kotła, z tym że spaliny z głównego strumienia spalin zasysane są w niższych partiach kotła, a nie jak poprzednio z obszaru festonu i zawracane są w kierunku pokładu rusztu, co w przypadku niskich obciążeń kotła gwarantuje uzyskanie odpowiedniego okna temperaturowego do prowadzenia reakcji redukcji NO<sub>x</sub>, takie samozapęlenie procesu według sposobu zapewnia niską emisję NO<sub>x</sub> z układu przy jednoczesnym niskim zużyciu reagenta, niską emisję CO, przy niskim udziale tlenu w spalinach, niską zawartość pierwiastka węgla oraz nieprzereagowanego reagenta w popiołach lotnych, jak również obniża ilość popiołów lotnych unoszonych przez spaliny opuszczające kocioł.

Wynalazek w przykładowym, lecz nie ograniczającym wykonaniu został uwidoczniiony na rysunku na którym pokazano:

fig. 1 – schemat blokowy systemu do realizacji sposobu,

fig. 2 – schemat kotła pokazujący usytuowanie lanc wtrysku gazu procesowego i reagenta do komory paleniskowej z zaznaczonymi kierunkami przepływu spalin, gazu procesowego i reagenta oraz oznaczeniem powstającego wiru wstecznego i wewnętrznej recyrkulacji spalin.

Na figurze 1 przedstawiono schemat blokowy systemu do realizacji sposobu, gdzie: 4 – oznacza komorę paleniskową, 5 – oznacza przedni kolektor gazu procesowego/reagenta, 6 – oznacza przednią lancę wtryskową gazu procesowego, 7 – oznacza przednią lancę/dyszę wtryskową reagenta, 8 – oznacza część konwekcyjną kotła, 9 – oznacza tylni kolektor gazu procesowego, 10 – oznacza tylną lancę wtryskową gazu procesowego, 11 – oznacza górny kolektor gazu procesowego/reagenta, 12 – oznacza górną lancę wtryskową gazu procesowego, 13 – oznacza górną lancę wtryskową reagenta, 15 – oznacza boczny kolektor gazu procesowego/reagenta, 16 – oznacza boczną lancę wtryskową gazu procesowego, 17 – oznacza boczną lancę wtryskową reagenta, 18 – oznacza czerpnię gazu procesowego, 19 – oznacza element regulacyjno-odcinający wchodzący w skład zasilacza gazu procesowego – instalacja powietrza, 20 – oznacza element regulacyjno-odcinający wchodzący w skład zasilacza gazu procesowego – instalacja spalin, 21 – oznacza wentylator gazu procesowego, 22 – oznacza układ pomiarowy zabudowany na kolektorze gazu procesowego, 23 – oznacza elementy regulacyjno-odcinające zabudowane na instalacji gazu procesowego, 24 – oznacza zbiornik reagenta, 25 – oznacza pompę reagenta, 26 – oznacza układ pomiarowy zabudowany na instalacji reagenta, 27 – oznacza elementy regulacyjno-odcinające zabudowane na instalacji reagenta, 28 – oznacza lancę centralnego wtrysku reagenta do gazu procesowego, 29 – oznacza urządzenie mierzące skład spalin, 30 – oznacza urządzenie sterujące.

Na figurze 2 przedstawiono w sposób schematyczny i poglądowy miejsce zabudowy lanc wtryskowych gazu procesowego i reagenta oraz linie prądu i kierunki wirowania, powstające podczas spalania w komorze paleniskowej urządzenia, korzystnie kotła rusztowego, gdzie: 1 – oznacza skrzynię podrusztową powietrza, 2 – oznacza warstwę paliwa przemieszczającą się na ruszcie, 3 – oznacza ruszt, 4 – oznacza komorę paleniskową, 5 – oznacza przedni kolektor gazu procesowego/reagenta, 6 – oznacza przednią lancę wtryskową gazu procesowego, 7 – oznacza przednią lancę/dyszę wtryskową reagenta, 8 – oznacza część konwekcyjną kotła, 9 – oznacza tylni kolektor gazu procesowego, 10 – oznacza tylną lancę wtryskową gazu procesowego, 11 – oznacza górny kolektor gazu procesowego/reagenta, 12 – oznacza górną lancę wtryskową gazu procesowego, 13 – oznacza górną lancę wtryskową reagenta, 14 – oznacza czujnik pomiaru temperatury, 15 – oznacza boczny kolektor gazu procesowego/reagenta, 16 – oznacza boczną lancę wtryskową gazu procesowego, 17 – oznacza boczną lancę wtryskową reagenta, A – oznacza strumień powietrza podmuchowego (pierwotnego), PG – oznacza strumień gazu procesowego, PG+R – oznacza strumień gazu procesowego i reagenta, FG – oznacza strumień spalin, iFGR – oznacza wewnętrzną recyrkulację spalin, MS – oznacza wir główny, DS – oznacza wir dolny, US – oznacza wir górny.

Przykład wykonania według sposobu zostanie przybliżony na podstawie fig. 2, na której A oznacza powietrze pierwotne tłoczone przez wentylator podmuchu do zasuw regulacyjnych a następnie do skrzyń podrusztowych 1, których zadaniem jest doprowadzenie w sposób kontrolowany utleniacza do paliwa 2 przemieszczającego się na ruszcie 3. Na ruszcie 3 i bezpośrednio nad nim paliwo jest spalane, a ilość utleniacza doprowadzana jako powietrze pierwotne A waha. się w przedziale od 0,7 do 1,3 ilości stechiometrycznej powietrza potrzebnego do całkowitego i zupełnego spalania paliwa 2, korzystnie poniżej 1,0, przemieszczającego się na ruszcie 3 w rozumieniu standardów dla tego typu urządzeń. Produkty i półprodukty spalania FG, przemieszczają się ku górze komory paleniskowej 4 z czego ich część przemieszcza się w pobliżu tylnej ściany komory paleniskowej 4, co jest zjawiskiem normalnie występującym w komorach paleniskowych tego typu kotłów. W odległości 0,05 głębokości komory paleniskowej 4, na wysokości 0,5 wysokości komory paleniskowej kotła, na przedniej ścianie komory paleniskowej 4 poprzez kolektor 5 zabudowany na zewnątrz komory paleniskowej, wtryskiwany jest gaz procesowy PG lub gaz procesowy i reagent PG+R w ilości do 60% gazu procesowego dostarczanego do systemu, poprzez szereg lanc 6 i 7 wykonanych i zamontowanych tak aby kierunek wtrysku gazu procesowego PG lub gazu procesowego z reagentem PG+R, był przeciwbieżny do głównego kierunku przepływu przez komorę paleniskową 4 produktów spalania FG z zachowaniem odchylenia strugi wynoszącego  $\pm 15^\circ$  w płaszczyźnie równoległej do wzdłużnej płaszczyzny symetrii komory paleniskowej, przy czym część gazu procesowego PG lub gazu procesowego z reagentem PG+R, do 20% całkowitej ilości gazu procesowego lub gazu procesowego i reagenta podawanego lancami 6 i 7 zabudowanym na przedniej ścianie komory paleniskowej 4, wtryskiwana jest w kierunku prostopadłym do ściany przedniej z możliwym odchyleniem strugi  $\pm 15^\circ$ , to jest w kierunku środka powstającego wiru, kolejna porcja gazu

procesowego GP w ilości do 60% gazu procesowego dostarczanego do sytemu, poprzez kolektor 9 zabudowany w części konwekcyjnej kotła 8, poprzez lance 10 zabudowane na tylnej ścianie komory paleniskowej 4, na poziomie dolnej krawędzi festonu kotła wtryskiwana jest w kierunku rusztu 3 pod kątem  $45^\circ$ , a kąt ten mierzony jest pomiędzy linią środkową strugi a ścianą tylną komory paleniskowej, jeszcze inna porcja gazu procesowego GP lub gazu procesowego i reagenta PG+R w ilości do 25% gazu procesowego dostarczanego do sytemu, poprzez kolektor 11 zabudowany na poza komorą paleniskową kotła, poprzez lance 12 i 13 zbudowane na górnej ścianie komory paleniskowej kotła 4 wtryskiwana jest w kierunku przeciwbieżny do głównego kierunku przyływu produktów spalania FG przez komorę paleniskową 4 przy czym wtrysk z każdej z lancy 12 i/lub 13 odbywa się z co najmniej jednego punktu, z zachowaniem odchylenia strugi wynoszącego do  $\pm 60^\circ$  w płaszczyźnie równoległej do wzdłużnej płaszczyzny symetrii komory paleniskowej, pozostała ilość gazu procesowego GP lub gazu procesowego i reagenta PG+R poprzez kolektor 15 zabudowany na zewnątrz kotła, poprzez lance 16 i 17 zabudowane na bocznych ścianach komory paleniskowej 4 kotła, wtryskiwana jest w kierunku prostopadłym do tych ścian z zachowaniem odchylenia strugi wynoszącego  $\pm 20^\circ$  na co najmniej jednym poziomie. Prędkość wtrysku gazu procesowego PG lub reagenta R wynosi od 30 do 180 m/s, korzystnie 135 m/s, a strumień gazu procesowego wynosi do 20% strumienia powietrza niezbędnego do całkowitego i zupełnego spalania paliwa w rozumieniu standardów dla tego typu urządzeń, wysoka prędkość, znaczna masa strumienia gazu procesowego oraz sposób jego podawania do komory paleniskowej, wywołuje we wnętrzu komory paleniskowej 4, silną wewnętrzną recyrkulację spalin iFGR oraz powstanie silnego głównego wiru wstecznego MS oraz w zależności od wydajności kotła od jednego do dwóch dodatkowych wirów, jednego, zwanego wirum górnym US i drugiego zwanego wirum dolnym DS, wiry te wirują w płaszczyźnie równoległej do wzdłużnej płaszczyzny symetrii komory paleniskowej. Lance 6 i 7 ukształtowane są w kształcie zbliżonym do litery „L” i wprowadzone są przez odgięcia wykonane w przedniej ścianie komory paleniskowej 4. Sposób zamocowania lanc 6 i 7 umożliwia zmianę ich położenia w płaszczyźnie równoległej do wzdłużnej płaszczyzny symetrii kotła o wartość  $\pm 15^\circ$ . Lance tylne 10 zamocowane są bezpośrednio w festonie kotła lub wprowadzone są przez odgięcia wykonane w ścianie tylnej komory paleniskowej 4. Lance górne 12 i 13 zamocowane są na stropie komory paleniskowej 4 i wprowadzone są przez odgięcia wykonane w tej ścianie, przy czym każda z lanc posiada co najmniej jeden punkt wtrysku. Zgodnie z zastrzeganym sposobem według wynalazku taki sposób podawania gazu procesowego PG oraz reagenta R sprzyja stworzeniu warunków do prowadzenia procesu redukcji tlenków azotu z bardzo wysoką skutecznością z uwagi na to, że reagent po wtrysku do komory paleniskowej 4 miesza się z wtryskiwanym gazem procesowym i produktami spalania poruszając się w kierunku wzrostu temperatury, to jest w kierunku obszaru spalania, gdzie w przedziale temperaturowym od  $850^\circ\text{C}$  do  $1050^\circ\text{C}$  i w obecności tlenków azotu zachodzi reakcja ich redukcji, nadmiar nieprereagowanego reagenta R transportowany jest w obszar o coraz to wyższej temperaturze gdzie nieprereagowany reagent wchodzi w reakcje z tlenem i tworzy tlenki azotu, które następnie wraz z produktami spalania kierują się do góry komory paleniskowej, zgodnie z głównym, naturalnym ciągiem panującym w komorze paleniskowej, gdzie napotykają na w dalszym ciągu nieprereagowany reagent oraz wymagane z punktu zaistnienia reakcji redukcji warunki temperaturowe do zaistnienia reakcji redukcji, część w dalszym ciągu nieprereagowanego reagenta oraz niezredukowanych związków azotu ( $\text{NO}_x$ ) tuż przed opuszczeniem komory paleniskowej, zawracana jest ponownie do obszaru dogodnego z punktu widzenia zaistnienia reakcji redukcji poprzez silny strumień spalin recyrkulujących wytwarzany przez strumień gazu procesowego. Podawanie gazu procesowego i reagenta w sposób według wynalazku powoduje powstanie silnego głównego wstecznego wiru równoległego do wzdłużnej płaszczyzny symetrii komory spalania oraz w zależności od wydajności kotła dodatkowo górnego lub dolnego wiru, które wirują w tej samej płaszczyźnie co wir główny lecz w przeciwnych kierunkach, co sprawia, że układ w szerokim spektrum działania jest układem samoregulującym się, a tym samym samo zabezpieczającym się przed przedostawaniem się nieprereagowanego reagenta do spalin i popiołów, ponadto układ według wynalazku jest mało wrażliwy na wahania ilości tlenków azotu powstających w procesie spalania paliwa na ruszcie. Dodatkowo z uwagi na fakt, że gaz procesowy wtryskiwany jest do komory paleniskowej w kierunku przeciwbieżnym do naturalnego kierunku przemieszczania się spalin w komorze paleniskowej i z wysokimi prędkościami zawraca w kierunku rusztu, to jest w obszar wysokich temperatur, cząsteczki niespalonego węgla, które w dotychczas znanych rozwiązaniach, są porywane z warstwy węgla poruszającej się na ruszcie przez powietrze podmuchowe dostarczane przez ruszt i jako węgiel trafiają wraz z popiołami lotnymi do układów odpylania i wydatnie obniża sprawność jednostki. Prezentowany sposób według wynalazku w sposób znaczący obniża zawartość pierwiastka węgla w popiołach

lotnych przez co bezpośrednio przyczynia się do wzrostu sprawności kotła, jak również obniża ilość popiołów lotnych unoszonych przez spaliny opuszczające kocioł oraz zawartość nieprzereagowanego reagenta w tych popiołach, a trafiających do układów odpylania, co wpływa na wydłużenie żywotności tych urządzeń z uwagi na ograniczenie erozji i korozji tych urządzeń, a w nowo budowanych jednostkach umożliwia zastosowanie mniejszych układów odpylania pierwszego stopnia, co wpływa na obniżenie ceny tych elementów.

Wynalazek znajduje zastosowanie wszędzie tam gdzie kładziony jest nacisk na wysoką jakość procesu spalania, niską emisyjność szczególnie tlenków azotu, tlenku węgla, oszczędności inwestycyjne, oszczędność energii, oraz oszczędności reagenta czyli koszty eksploatacyjne. Przybliżony w opisie sposób według wynalazku znalazł zastosowanie w kotłach grzewczych oraz kotłach energetycznych w szczególności w kotłach rusztowych.

Dzięki wynalazkowi udało uzyskać się następujące korzyści;

- minimalizację kosztów inwestycyjnych,
- minimalizację kosztów eksploatacyjnych,
- znaczące uproszczenie instalacji,
- minimalizację miejsca potrzebnego do zainstalowania systemu,
- niezawodność działania,
- obniżenie emisji tlenków azotu NO<sub>x</sub>,
- obniżenie emisji tlenku węgla CO,
- obniżenie zawartości węgla w popiołach lotnych,
- obniżenie zawartości popiołów lotnych w spalinach,
- podniesienie sprawności urządzenia, w stosunku do znanych metod, poprzez zmniejszenie zawartości O<sub>2</sub> i CO w spalinach oraz węgla w popiołach lotnych,
- podniesienie sprawności układu poprzez zastąpienie wtrysku wody do komory paleniskowej w celu rozproszania reagenta w komorze lub w celu atomizacji reagenta, poprzez odpowiednio: gaz procesowy lub sprężone powietrze,
- obniżenie w stosunku do znanych metod zawartości nieprzereagowanego reagenta w spalinach i popiele,
- zwiększenie żywotności urządzenia poprzez zmniejszenie koncentracji reagenta w komorze paleniskowej, szczególnie przy ścianach tejże komory oraz poprzez wyrównanie profilu temperatury w komorze paleniskowej,
- zwiększenie wydajności cieplnej komory paleniskowej poprzez wzrost średniego strumienia ciepła oddawanego do ścian komory paleniskowej.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób redukcji tlenków azotu oraz tlenku węgla w komorach paleniskowych kotłów wodnych i kotłów parowych, szczególnie kotłów rusztowych, **znamienny tym**, że gaz procesowy, będący powietrzem, spalinami lub mieszaniną spalinowo powietrzną, korzystnie z reagentem, którym jest roztwór wody amoniakalnej, lub roztwór mocznika, korzystnie roztwór wody amoniakalnej o stężeniu amoniaku do 25%, wtryskiwane są do komory paleniskowej (4), a wtrysk z lanc (6, 7) zabudowanych na przedniej ścianie komory paleniskowej odbywa się na jednym do trzech poziomów w kierunku przeciwbieżnym do głównego, naturalnego kierunku przepływu spalin (FG) przez komorę paleniskową (4), korzystnie z góry na dół, z odchyleniem +/-15°, a kąt ten mierzony jest pomiędzy linią środkową strugi a ścianą przednią komory paleniskowej, w płaszczyźnie równoległej do wzdłużnej płaszczyzny symetrii komory paleniskowej, to jest w kierunku wzrostu temperatury w komorze paleniskowej (4), przy czym część wtryskiwanego strumienia do 20% strumienia podawanego lancami (6, 7) zabudowanym na przedniej ścianie komory paleniskowej, wtryskiwana jest w kierunku prostym do ściany przedniej z możliwym odchyleniem strugi +/-15°, natomiast wtrysk z lanc (10) zabudowanych na tylnej ścianie komory paleniskowej odbywa się w kierunku ściany przedniej pod kątem od 30° do 60°, a kąt ten mierzony jest pomiędzy linią środkową strugi a ścianą tylną komory paleniskowej (4), w płaszczyźnie równoległej do wzdłużnej płaszczyzny symetrii komory paleniskowej (4), zaś wtrysk z lanc (12, 13) zabudowanych na górnej ścianie komory paleniskowej (4) realizo-

wany jest na jednym do czterech poziomów i odbywa się w kierunku przeciwbieżnym do głównego kierunku przepływu produktów/półproduktów procesu spalania, przepływających przez komorę paleniskową (4) urządzenia, to jest z góry do dołu w kierunku rusztu (3) kotła, z zachowaniem odchylenia strugi wynoszącego  $\pm 60^\circ$ , przy czym kąt ten mierzony jest pomiędzy linią środkową strugi a osią symetrii lancy wtryskowej (12, 13), która to, oś jest prostopadła do pokładu rusztu (3), w płaszczyźnie równoległej do wzdłużnej płaszczyzny symetrii komory paleniskowej (4), poza tym odchylenie to, jak również ilość punktów wtrysku, zmienia się w zależności od obciążenia kotła, zaś wtrysk z lanc (16, 17) zabudowanych na bocznych ścianach komory paleniskowej realizowany jest na jednym do trzech poziomów, a kierunek wtrysku jest prostopadły do ścian bocznych, czyli jest prostopadły do głównego kierunku przepływu produktów/półproduktów procesu spalania, przepływających przez komorę paleniskową (4) urządzenia, z zachowaniem możliwości odchylenia strugi o kąt  $\pm 20^\circ$ , czyli trafia do wnętrza wiru dolnego, natomiast gaz procesowy do komory paleniskowej (4) dostarczany jest z prędkością od 30 do 180 m/s, korzystnie 135 m/s, w ilości do 20% stechiometrycznego zapotrzebowania powietrza niezbędnego do spalania paliwa dostarczanego do kotła, korzystnie w ilości 15%, przy czym do 60% gazu procesowego wtryskiwane jest lancami (6) zabudowanymi na ekranie przednim komory paleniskowej (4), z czego do 60% gazu procesowego wtryskiwane jest lancami (10) zabudowanymi na ekranie tylnym komory paleniskowej (4), do 25% gazu procesowego wtryskiwane jest lancami (12) zabudowanymi na ekranie górnym komory paleniskowej (4) oraz do 15% gazu procesowego wtryskiwane jest lancami (16) zabudowanymi na ekranach bocznych komory paleniskowej (4), ponadto reagent do komory spalania dostarczany jest z prędkością od 30 do 180 m/s, korzystnie 135 m/s, przy czym punkty wtrysku reagenta zlokalizowane są na przedniej ścianie komory paleniskowej (4), na górnej ścianie komory paleniskowej (4), na bocznych ścianach komory paleniskowej (4), a ilość punktów wtrysku reagenta może być równa bądź różna od ilości punktów wtrysku gazu procesowego, przy czym przy wtrysku z przedniej ściany komory paleniskowej, punkty wtrysku znajdują się w odległości do 0,5 głębokości komory paleniskowej od osi rur przedniego ekranu, korzystnie 0,1 i na wysokości od 0,2 do 0,8 wysokości komory paleniskowej (4) nad pokładem rusztu (3), korzystnie 0,5, przy wtrysku z górnej ściany komory paleniskowej, punkty wtrysku znajdują się w odległości od 0,05 do 0,3 głębokości komory paleniskowej od osi rur tylnego ekranu komory paleniskowej (4), korzystnie 0,15 oraz na wysokości od 0,5 do 1,5 wysokości festonu od osi rur górnego ekranu, korzystnie 0,9 wysokości festonu, natomiast przy wtrysku z bocznych ścian komory paleniskowej (4) punkty wtrysku znajdują się w odległości od 0,05 do 0,5 głębokości komory paleniskowej (4) od osi rur tylnego ekranu komory paleniskowej (4) i rozlokowane są na jednym do trzech poziomów, korzystnie na trzech poziomach, przy czym każdy z poziomów usytuowany jest w równej bądź w różnej odległości od ekranu tylnego komory paleniskowej (4), korzystnie poziom zlokalizowany najniżej w komorze paleniskowej (4) znajduje się najdalej od ekranu tylnego komory paleniskowej (4), a lance rozlokowane są na wysokości od 0,1 do 0,7 wysokości komory paleniskowej (4) nad pokładem rusztu (3), zaś przy wtrysku z tylnej ściany komory paleniskowej punkty wtrysku zlokalizowane są na wysokości dolnej krawędzi festonu kotła, to jest na wysokości końca ściany szczelnej tylnego ekranu komory paleniskowej z możliwym przesunięciem w obie strony do 0,6 wysokości festonu, korzystnie na wysokości dolnej krawędzi festonu.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ilość gazu procesowego lub gazu procesowego i reagenta wtryskiwanego do komory paleniskowej (4), jest zmieniana w pełnym zakresie regulacji to jest od 0 do 100%, dla poszczególnych grup punktów wtrysku lub punktów wtrysku, przez jednostkę sterującą (30) w oparciu o diagram sterowania w niej zaprogramowany, to jest w zależności od obciążenia kotła jak również w oparciu, o wielkości mierzone: temperatury, udziału  $O_2$ , CO lub  $NO_x$  w spalinach, które to parametry monitorowane są przez urządzenia pomiarowe zabudowane w komorze paleniskowej w postaci czujników temperatury (14) lub/i urządzenia zabudowane poza komorą spalania będące analizatorem spalin (29), a regulacja odbywa się poprzez urządzenia wykonawcze w sposób indywidualny dla poszczególnych punktów wtrysku bądź grupowy dla grupy punktów zabudowanych na danej ścianie komory paleniskowej (4), danym poziomie, czy o określonym kierunku wtrysku.

3. Układ do redukcji tlenków azotu i tlenku węgla w komorach paleniskowych kotłów wodnych i kotłów parowych, szczególnie kotłów rusztowych, **znamienny tym**, że układ zawiera, zasilacz gazu procesowego składający się z wspólnego kanału gazu procesowego do połączenia z odcinkiem kanału spalin łączącego układ odpylania lub odpylania i odsiarczania spalin z kominem, kanał powietrzny z czerpnią (18) i przepustnicą regulacyjno-odcinającą powietrza (19) połączony z kanałem wspólnym, przepustnicę regulacyjno-odcinającą (20) zabudowaną na kanale wspólnym, gdzie za pomocą przepustnic (19) i (20) regulowany jest stosunek powietrza do spalin w gazie procesowym, dalej układ zawiera wentylator gazu procesowego (21) zamontowany na kanale wspólnym i grupę urządzeń pomiarowych (22) zabudowanych na kanale gazu procesowego służących do pomiaru i regulacji strumienia gazu procesowego, kanał gazu procesowego rozgałęziający się na szereg kolektorów, do pięciu kolektorów, korzystnie czterech (5), (9), (11) i (15), zawierających grupę lanc wytryskowych (6), (10), (12) i (16) gazu procesowego oraz lance wtryskowe reagenta (7, 13, 17), przy czym lance gazu procesowego (6, 10, 12, 16) i lance do wtrysku reagenta (7, 13, 17) są zabudowane na co najmniej jednej ze ścian komory spalania (4) na co najmniej jednym poziomie, przy czym punkty wtrysku z lanc znajdują się w odległości do 0,5 głębokości komory paleniskowej od osi rur przedniego ekranu, korzystnie 0,1 i na wysokości od 0,2 do 0,8 wysokości komory paleniskowej (4) nad pokładem rusztu (3), korzystnie 0,5, przy wtrysku z górnej ściany komory paleniskowej, punkty wtrysku znajdują się w odległości od 0,05 do 0,3 głębokości komory paleniskowej od osi rur tylnego ekranu komory paleniskowej (4), korzystnie 0,15 oraz na wysokości od 0,5 do 1,5 wysokości festonu od osi rur górnego ekranu, korzystnie 0,9 wysokości festonu, natomiast przy wtrysku z bocznych ścian komory paleniskowej (4) punkty wtrysku znajdują się w odległości od 0,05 do 0,5 głębokości komory paleniskowej (4) od osi rur tylnego ekranu komory paleniskowej (4) i rozlokowane są na jednym do trzech poziomów, korzystnie na trzech poziomach, przy czym każdy z poziomów usytuowany jest w równej bądź w różnej odległości od ekranu tylnego komory paleniskowej (4), korzystnie poziom zlokalizowany najniżej w komorze paleniskowej (4) znajduje się najdalej od ekranu tylnego komory paleniskowej (4), a lance rozlokowane są na wysokości od 0,1 do 0,7 wysokości komory paleniskowej (4) nad pokładem rusztu (3), zaś przy wtrysku z tylnej ściany komory paleniskowej punkty wtrysku zlokalizowane są na wysokości dolnej krawędzi festonu kotła, to jest na wysokości końca ściany szczelnej tylnego ekranu komory paleniskowej z możliwym przesunięciem w obie strony do 0,6 wysokości festonu, korzystnie na wysokości dolnej krawędzi festonu, ponadto na każdej z instalacji strefowych zabudowana jest przepustnica regulacyjno-odcinająca gazu procesowego (23) oraz czujnik ciśnienia, przy czym przepustnica regulacyjno-odcinająca (23) oraz czujnik ciśnienia służą do regulacji strumienia gazu procesowego dostarczanego z kanału wspólnego do danej strefy, układ zawiera również wbudowane elementy do odcinania poszczególnych lanc tuż przed wprowadzeniem gazu procesowego do lanc (6, 10, 12, 18) oraz reagenta do lanc (7, 13, 17); układ zawiera również jednostkę sterującą (30) do kontrolowania ilości gazu procesowego, a także gazu procesowego i reagenta, oraz lokalizacji i kierunku wtrysku gazu procesowego i reagenta w komorze paleniskowej (4), a także współpracuje z urządzeniami wykonawczymi i pomiarowymi zainstalowanymi w układach.
4. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że wentylator (21) wyposażony jest w przemiennik częstotliwości dostarcza gaz procesowy o wymaganym strumieniu i ciśnieniu od jednego do dwóch kolektorów gazu procesowego wymagających najwyższego ciśnienia, z kolei instalacja wtrysku reagenta do układu składa się z połączonych ze sobą kolejno: zbiornika (24), pomp (25) wyposażanych w elementy odcinające oraz filtrujące i przemienniki częstotliwości, układu pomiarowego (26) korzystnie do pomiaru strumienia i ciśnienia, elementów regulacyjno-odcinających (27), które to urządzenia utrzymują odpowiednie ciśnienie i przepływ w instalacji reagenta i poprzez instalację rurową oraz poprzez elementy odcinające poszczególne punkty wtrysku (7), (13) i (17) rozlokowane na komorze paleniskowej (4) dostarczają reagent do tejże komory.
5. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że główny kolektor gazu procesowego jest wyposażony w lance centralnego wtrysku reagenta (29) w kolektor główny gazu procesowego lub w kilka punktów wtrysku reagenta do poszczególnych kolektorów gazu procesowego (5), (11), (15) zasilających poszczególne grupy lanc wtryskowych zlokalizowane na ścianach komory paleniskowej (4).

6. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że zawiera urządzenie (29) mierzące stężenie NO<sub>x</sub>, CO i O<sub>2</sub> w spalinach, zainstalowane w lub za częścią konwekcyjną kotła (8); ponadto układ zawiera czujnik temperatury spalin (14) zainstalowany w komorze paleniskowej (4), dodatkowo sygnał z czujnika temperatury (14) i/lub z analizatora spalin (29) oraz sygnał o bieżącym obciążeniu urządzenia są przesyłane do jednostki sterującej (30), która reguluje zarówno ilością wtryskiwanego gazu procesowego jak i gazu procesowego i reagenta jak również miejscem i kierunkiem wtrysku gazu procesowego i reagenta poprzez urządzenia wykonawcze i pomiarowe zabudowane na tych instalacjach.
7. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że co najmniej jeden kolektor gazu procesowego jest wyposażony w co najmniej jedną lancę (28) do wtrysku reagenta w postaci płynnej bądź gazowej.
8. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że lance gazu procesowego (6, 12, 16) zawierają dysze reagenta (7, 13, 17) zainstalowane w komorze paleniskowej (4), a liczba dysz reagenta jest równa lub mniejsza od liczby lanc gazu procesowego.
9. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że lance reagenta (7, 13, 17) są zainstalowane pomiędzy lancami wtrysku gazu procesowego (6, 12, 16) na poziomie lanc gazu procesowego, a liczba lanc reagenta jest równa lub mniejsza od liczby lanc gazu procesowego.
10. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że wentylator (21) jest połączony z lancami (6, 12, 16), do których bezpośrednio dostarcza gaz procesowy, a elementy regulacyjno-odcinające (27) są połączone z lancami (7, 13, 17), do których bezpośrednio dostarczają reagent.

Rysunki

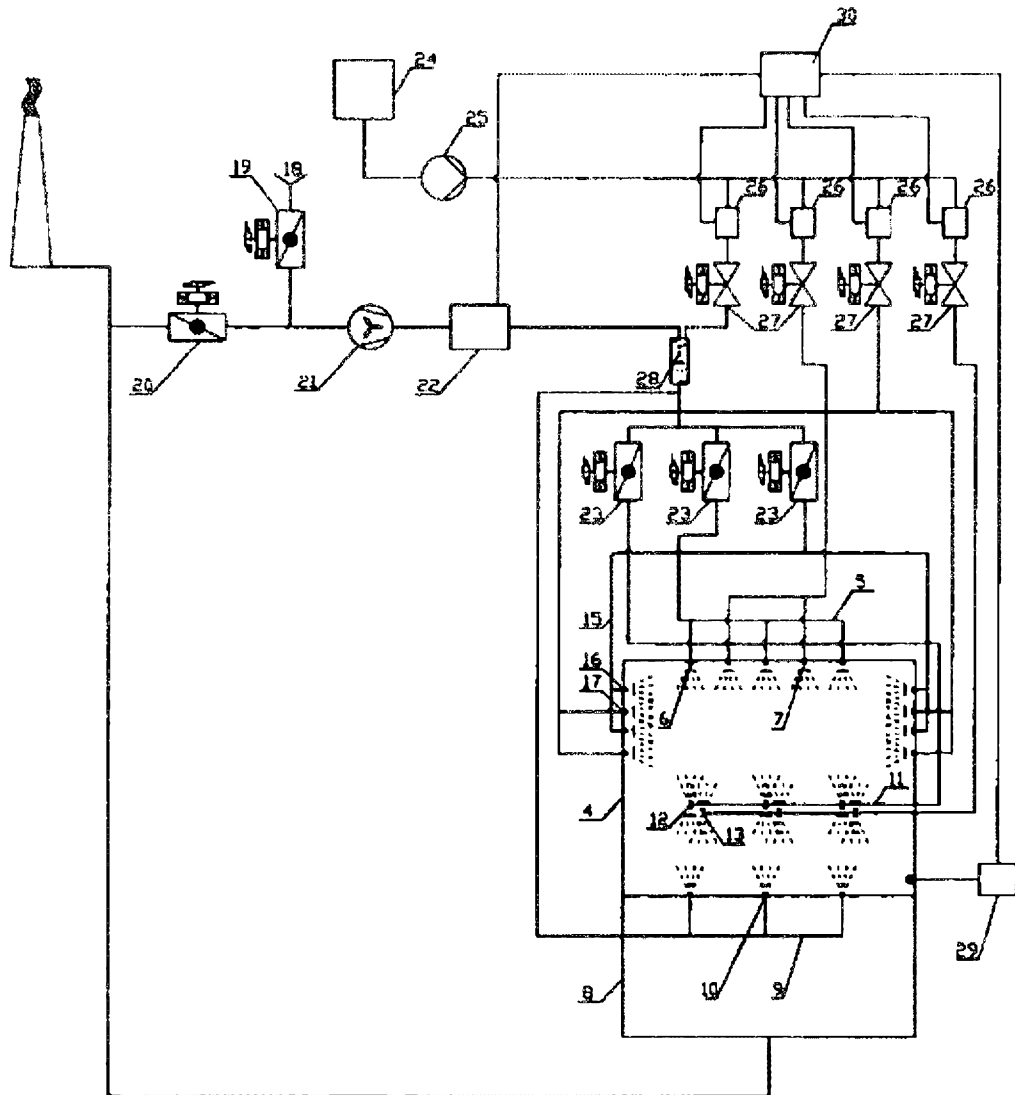


Fig. 1

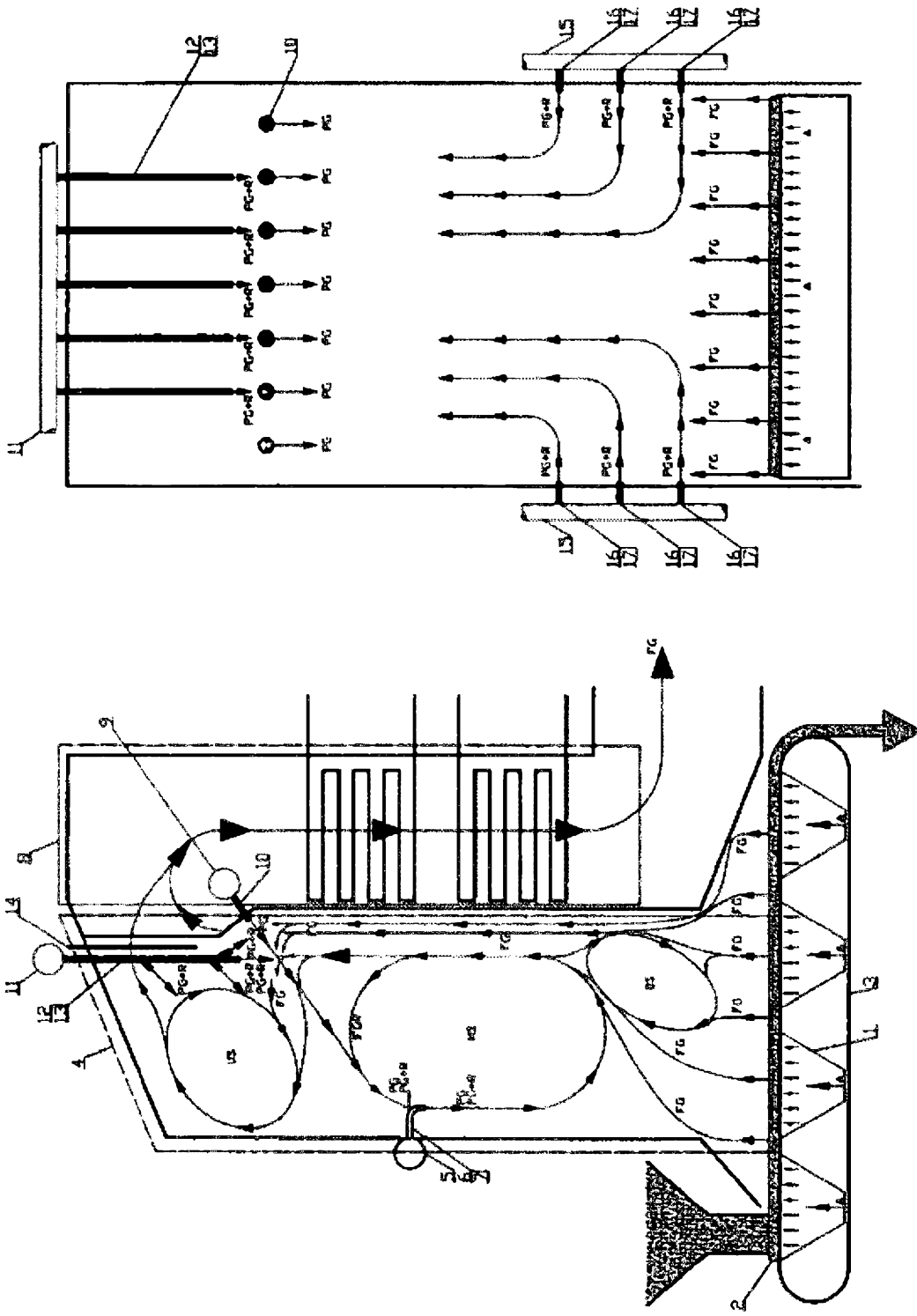


Fig. 2