

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **233366**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **421238**

(51) Int.Cl.

**B01D 53/64 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **07.04.2017**

(54) **Sposób obniżania zawartości rtęci w spalinach podczas spalania paliw stałych,  
zwłaszcza węgla brunatnego i układ do realizacji tego sposobu**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**08.10.2018 BUP 21/18**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**31.10.2019 WUP 10/19**

(73) Uprawniony z patentu:

**PGE GÓRNICTWO I ENERGETYKA  
KONWENCJONALNA SPÓŁKA AKCYJNA,  
Bełchatów, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**BEATA PESTKA-PĘDZIWIATR, Bełchatów, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzec. pat. Paweł Górnicki**

**PL 233366 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób obniżania zawartości rtęci w gazach spalinowych emitowanych do atmosfery, powstających podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego w kotłach elektrowni węglowej oraz układ do realizacji tego sposobu.

Ustanowienie dopuszczalnych limitów zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery, w tym rtęci, zmusza do stosowania w procesach spalania rozwiązań, które pozwolą utrzymać emisję poniżej dopuszczalnego limitu. Skuteczność redukcji emisji rtęci zależy od formy jej występowania w spalinach. Rtęć w spalinach występuje w trzech formach chemicznych: gazowej elementarnej ( $\text{Hg}^0$ ), utlenionej gazowej ( $\text{Hg}^{2+}$ ) oraz zaadsorbowanej na cząstkach pyłów ( $\text{Hg}^P$ ). Znacząca ilość rtęci utlenionej oraz zaadsorbowanej na cząstkach pyłów zostaje usunięta ze spalin w instalacjach usuwających ze strumienia spalin pyły oraz dwutlenek siarki  $\text{SO}_2$ , natomiast gazowa rtęć elementarna jest emitowana do atmosfery. Podczas spalania węgla rtęć odparowuje głównie do formy elementarnej  $\text{Hg}^0$ . W wyniku reakcji z innymi składnikami spalin, takimi jak chlor czy brom, rtęć elementarna przechodzi do formy utlenionej  $\text{Hg}^{2+}$ , a ta może być adsorbowana na cząstkach stałych i usuwana z popiołem. Węgiel brunatny, w odróżnieniu od węgla kamiennego, charakteryzuje się wysoką zawartością rtęci, a jednocześnie niską zawartością fluorowców, niewystarczającą do utlenienia rtęci obecnej w węglu. Dodatkowo wysoka zawartość siarki w węglu brunatnym spowalnia proces utleniania rtęci w wyniku reakcji ze związkami chloru i bromu. Węgiel kamienny zawiera średnio około 0,3% Cl i około 0,0025% (25 ppm) Br, natomiast węgiel brunatny zawiera odpowiednio około <0,005% Cl i około 0,0003% (3 ppm) Br. Stosunek ilości siarki do ilości chloru i bromu w węglu kamiennym wynosi średnio 3, natomiast w węglu brunatnym jest nawet stukrotnie wyższy. Niekorzystna, z punktu widzenia utleniania rtęci  $\text{Hg}^0$  do  $\text{Hg}^{2+}$  jest też niska zawartość związków żelaza w substancji mineralnej spalanego węgla brunatnego, które katalizują reakcje utleniania rtęci. Istnieją też złoża węgla brunatnego o wysokiej zawartości wapnia. Wapń wykazuje duże powinowactwo do reakcji ze związkami halogenków podczas procesu spalania. Halogenki i ich związki w pierwszej kolejności reagują z wapniem i jego związkami, zatem im większa jest zawartość wapnia w spalonym węglu, tym mniejszy udział utlenionej rtęci  $\text{Hg}^{2+}$  w gazach spalinowych i w konsekwencji większa emisja rtęci do atmosfery. Istotnym czynnikiem, mającym wpływ na poziom emisji rtęci do atmosfery, jest zawartość węgla pierwiastkowego C w popiołach lotnych, który charakteryzuje się bardzo dużą powierzchnią właściwą. Dzięki obecności węgla pierwiastkowego w popiołach lotnych, znacząco poprawia się zdolność adsorpcji rtęci na ich powierzchni. Stąd też jedną ze znanych metod redukcji rtęci w gazach spalinowych jest wprowadzanie węgla aktywnego do strumienia spalin. Z uwagi na wysoki koszt, ograniczenia możliwości utylizacji popiołów o dużej zawartości pierwiastka węgla C i ryzyko wybuchu, stosowanie tego sposobu redukcji rtęci w gazach spalinowych jest uzasadnione tylko w przypadku braku możliwości zastosowania innych metod.

Znane metody obniżania emisji rtęci do atmosfery podczas spalania węgla polegają na prowadzeniu procesu spalania w obecności substancji utleniających rtęć  $\text{Hg}^0$  do  $\text{Hg}^{2+}$  oraz poprawie zdolności adsorpcyjnych popiołów lotnych. W znanych rozwiązaniach do gazów spalinowych lub spalanego materiału dostarcza się odpowiednie sorbenty, substancje utleniające, a także substancje katalizujące procesy utleniania rtęci. Z publikacji międzynarodowego zgłoszenia patentowego WO 2010/129743 znany jest sposób redukcji ilości rtęci w gazach spalinowych polegający na tym, że w odrębnej instalacji sole halogenków są przekształcane do halogenków kwasowych, a te z kolei do cząsteczkowych fluorowców. Cząsteczkowe fluorowce są następnie wstrzykiwane do strumienia gazu spalinowego, w celu utlenienia zawartej w nim rtęci. Konieczność budowy odrębnej instalacji do przekształcania soli fluorowców do cząsteczkowych fluorowców i związana z tym konieczność nadzorowania dodatkowego procesu stanowi słaby punkt tego rozwiązania.

Zgłoszenie międzynarodowe WO 2015/144187 ujawnia metodę usuwania rtęci z gazów spalinowych, polegającą na utlenianiu rtęci związkami halogenowymi w obecności katalizatorów, wybranych spośród tlenków lub soli: magnezu, żelaza, baru, ceru, manganu, niklu, miedzi, kobaltu, cynku lub wanadu. Substancje utleniające, takie jak: bromek wapnia lub sodu, jodek potasu lub ich mieszaniny, w postaci roztworu wodnego lub emulsji, są dodawane do paliwa przed strefą spalania, natomiast katalizatory są dostarczane do strefy spalania. Usuwanie rtęci z gazów spalinowych następuje w trakcie oczyszczania spalin jedną ze znanych metod. Katalizatory dodawane do procesu dodatkowo zanieczyszczają popiół i niekorzystnie wpływają na proces odsiarczania. Szczególnie niekorzystny wpływ na proces odsiarczania wywierają: magnez, żelazo, mangan oraz glin.

Celem wynalazku było opracowanie sposobu obniżania zawartości rtęci w gazach spalinowych emitowanych do atmosfery, powstających podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego w kotłach elektrowni węglowej, pozbawiony opisanych wyżej niedogodności, a także opracowanie układu do realizacji tego sposobu.

W rozwiązaniu według wynalazku poprawę efektywności utleniania  $Hg^0$  do  $Hg^{2+}$  osiągnięto poprzez ograniczenie niekorzystnego wpływu wapnia i siarki na proces utleniania, a także poprzez obniżenie napięcia powierzchniowego węgla i poprawę jego zwilżalności.

Sposób obniżania zawartości rtęci w spalinach podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego polega na tym, że do węgla dodaje się roztwór soli bromu, a następnie wprowadza do komory spalania, gdzie następuje jego spalanie i utlenianie rtęci elementarnej  $Hg^0$ . Powstały bromek rtęci  $HgBr_2$  jest adsorbowany na popiołach lotnych, usuwanych z instalacji znanymi sposobami. Sposób według wynalazku charakteryzuje się tym, że na węgiel kierowany do komory spalania nanosi się wodny roztwór soli bromu, do którego dodano przynajmniej jedną substancję zwiększającą zdolność penetracji roztworu. Węgiel z naniesionym roztworem jest wprowadzany do komory spalania do obszaru, w którym temperatura wynosi  $1100^{\circ}C$  do  $1600^{\circ}C$ .

Korzystnie, jako sól bromu stosuje się bromek sodu  $NaBr$ , przy czym stężenie bromku sodu  $NaBr$  w roztworze wynosi 40–50%.

Korzystnym jest, że roztwór soli bromu zawiera dodatek wodorotlenku potasu  $KOH$ , jako substancję zwiększającą zdolność penetracji roztworu, przy czym maksymalne stężenie wodorotlenku potasu  $KOH$  w roztworze wynosi 0,02%.

Korzystnym jest, że wodny roztwór soli bromu, jako dodatek zwiększający zdolność penetracji roztworu, zawiera mieszaninę o składzie:

- alkohol, C12-14, etoksylogowany, siarczan, sole sodowe <2,5 EO – 5–<8%,
- kwasy sulfonowe, C14-16-hydroksy alken i C14-16-alken, sole sodowe – 1–<3%,
- kokamidopropylobetaina – 1–<3%, przy czym maksymalne stężenie mieszaniny w roztworze wynosi 0,02%.

Korzystnym jest, że roztwór soli bromu, zawiera wsad biologiczny, będący zawiesiną bakterii heterotroficznych i nityfikacyjnych, jako dodatek zwiększający zdolność penetracji roztworu, przy czym maksymalne stężenie wsadu biologicznego w roztworze wynosi 15%, a czas kontaktu roztworu z węglem wynosi co najmniej 1 godzinę.

Korzystnym jest, że roztwór soli bromu, jako dodatki zwiększające zdolność penetracji roztworu, zawiera wodorotlenek potasu  $KOH$  i wsad biologiczny, będący zawiesiną bakterii heterotroficznych i nityfikacyjnych, przy czym przy czym maksymalne stężenie wodorotlenku potasu  $KOH$  w roztworze wynosi 0,02%, natomiast maksymalne stężenie wsadu biologicznego w roztworze wynosi 15%, a czas kontaktu roztworu z węglem wynosi co najmniej 1 godzinę.

Korzystnym jest, że roztwór soli bromu, jako dodatki zwiększające zdolność penetracji roztworu, zawiera mieszaninę o składzie:

- alkohol, C12-14, etoksylogowany, siarczan, sole sodowe <2,5 EO – 5–<8%,
- kwasy sulfonowe, C14-16-hydroksy alken i C14-16-alken, sole sodowe – 1–<3%,
- kokamidopropylobetaina – 1–<3%

oraz wsad biologiczny, będący zawiesiną bakterii heterotroficznych i nityfikacyjnych, przy czym maksymalne stężenie mieszaniny w roztworze wynosi 0,02%, maksymalne stężenie wsadu biologicznego w roztworze wynosi 15%, a czas kontaktu roztworu z węglem wynosi co najmniej 1 godzinę.

Korzystnym skutkiem podawania na węgiel roztworu z dodatkiem wsadu biologicznego jest rozkład zawartych w nim związków na prostsze cząsteczki. Bakterie zawarte we wsadzie rozkładają zanieczyszczenia organiczne na powierzchni węgla, w tym kwasy karbonylowe oraz związki wapnia i siarki. Działanie to polega na katalizowanym przez bakterie utlenianiu dwuwartościowych jonów. Roztwór podawany na węgiel bezpośrednio neutralizuje kwasy na jego powierzchni, a także tworzy swoisty biofilm biologiczny, niwelujący oddziaływania odpowiedzialne za wzrost napięcia powierzchniowego. Dzięki temu poprawia hydrofilowość węgla, a tym samym poprawia zdolność penetracji roztworu. Molekuły wody są wiązane na powierzchni węgla poprzez mostki wodorowe z grupami funkcyjnymi zawierającymi tlen. Sorpcja wody na węglu odbywa się głównie dzięki oddziaływaniu pomiędzy grupami karboksylowymi i hydroksylowymi. Węgle brunatne zawierają około 18% tlenu, z czego tylko 1/3 część jest związana w grupach karboksylowych. Pozostała część jest związana w grupach fenolowych i karbonylowych. To właśnie obecność grup karbonylowych zwiększa hydrofobowość węgla poprzez zmniejszenie miejsc, które tworzą wiązania wodorowe z innymi molekułami wody.

Dzięki zastosowaniu sposobu według wynalazku w elektrowni spalającej węgiel brunatny, ilość rtęci emitowanej do atmosfery zostaje obniżona do poziomu znacznie niższego od projektowanych, dopuszczalnych limitów emisji rtęci. Wychwycona rtęć jest trwale związana z popiołem lotnym wychwytywanym w elektrofiltrach i dzięki temu jej udział w gipsie i ściekach z instalacji odsiarczania spalin zostaje znacząco ograniczony. Dodatkową zaletą sposobu według wynalazku jest jednocześnie obniżenie poziomu emisji tlenków siarki do atmosfery. Podczas rozpadu bromku sodu, aniony bromu wiążą się z metaliczną rtęcią, a kationy sodu wiążą się z tlenkami siarki. Ponadto zastosowanie sposobu według wynalazku w istniejących instalacjach nie wymaga wielkiej i kosztownej przebudowy.

Układ do realizacji sposobu obniżania zawartości rtęci w spalinach powstałych podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego zawiera: zbiornik roztworu soli bromu, dodawanego do węgla, pompę dozującą i dysze natryskowe połączone rurociągami oraz układ regulacji dawki roztworu dostarczanego do dysz natryskowych. Roztwór soli bromu, przy pomocy pompy dozującej, jest tłoczony ze zbiornika do dysz natryskowych, umieszczonych nad podajnikami, dostarczającymi węgiel do komory spalania. Układ regulacji dawki roztworu zraszającego węgiel składa się z automatycznego systemu pomiaru strumienia węgla transportowanego do komory spalania, automatycznego systemu pomiaru koncentracji rtęci w spalinach za układem odpylania spalin oraz w kominie i zestawu regulatorów, ustawianych na podstawie wyników pomiarów ilości węgla transportowanego do komory spalania oraz pomiarów poziomu zawartości rtęci w węglu i spalinach. Przy pomocy zestawu regulatorów ustalana jest wydajność pompy dozującej i przepływ roztworu przez zawory regulacyjne. Układ do realizacji sposobu obniżania zawartości rtęci w spalinach powstałych podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego jest ponadto wyposażony w instalację płuczącą, wpiętą do instalacji zraszającej pomiędzy zbiornikiem roztworu soli bromu a dyszami natryskowymi. Instalacja zraszająca wymaga płukania po określonym cyklu pracy, w celu usunięcia kryształów soli z rurociągów i armatury. Roztwór zraszający wykazuje szczególną zdolność do wytrącania kryształów, gdyż stężenie soli w roztworze jest bliskie nasyceniu.

Rozwiązanie według wynalazku jest bliżej objaśnione w przykładach wykonania, nie ograniczających zakresu ochrony.

Układ do realizacji sposobu obniżania zawartości rtęci w spalinach powstałych podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego pokazano na rysunku, na którym figura 1 przedstawia schemat układu. Roztwór, zawierający sól bromu umieszczony w zbiorniku **1** jest podawany rurociągiem do dysz zraszających **2**, za pośrednictwem pompy dozującej **3**, poprzez przepływomierze **4** i zawory regulacyjne **5**. Roztwór wypływający z dysz zraszających **2** jest skierowany na węgiel znajdujący się na podajniku przykołowym **6**, transportującym węgiel z zasobnika przykołowego **7** do rurosuszarki **8**. Węgiel z rurosuszarki **8** jest kierowany do młyna **9**, gdzie zostaje rozdrobniony, a następnie kanałem pyłowym **10** jest dostarczany do komory spalania kotła **11** w obszarze, w którym temperatura jest wyższa niż 1100°C, ale nie przekracza 1600°C. Spaliny są wyprowadzane z kotła **11** kanałem spalin **12** i trafiają do odpylacza **13**, a dalej poprzez elektrofiltry **14** i układ odsiarczania spalin **15** są kierowane do kominia **16**. W kanale spalin **12**, pomiędzy elektrofiltrami **14**, a układem odsiarczania spalin **15** oraz w kominie **16** zamontowane są automatyczne systemy pomiarowe **17** i **17'**, które mierzą koncentrację rtęci w spalinach. Na podajnikach węgla **6** jest zamontowany automatyczny system pomiarowy **18**, który mierzy wielkość strumienia węgla transportowanego do komory spalania **11**. Wyniki pomiarów strumienia węgla transportowanego do komory spalania, koncentracji rtęci w węglu oraz w spalinach stanowią podstawę ustawienia odpowiednich parametrów regulatorów **19**, ustalających wydajność pompy **3** i ustawienie zaworów regulacyjnych **5**. Układ jest wyposażony w instalację płuczącą **20**, służącą do przemywania rurociągów, którymi roztwór ze zbiornika **1** jest dostarczany do dysz zraszających **2**, wpiętą do rurociągów między zaworami odcinającymi **21**, a przepływomierzami **4**.

Sposób obniżania zawartości rtęci w spalinach podczas spalania paliw stałych jest bliżej objaśniony w przykładzie wykonania, opisanym poniżej.

Sposób obniżania zawartości rtęci w spalinach według wynalazku zastosowano na bloku o mocy 380 MW, opalanym węglem brunatnym o następujących parametrach:

Wartość opałowa	6500–8700 kJ/kg
Wilgotność	47–56% (m/m)
Popiół, piasek	8,7–18,4% (m/m)
Siarka (ogółem) <sup>r</sup>	0,6–3,0% (m/m)
Siarka związana w pirytach (Fe <sub>2</sub> S)	<0,08-0,8% (m/m)

Chlorki w węglu (Cl)	<0,005–0,01% (m/m)
Fluorki w węglu (F)	0,007–0,11% (m/m)
(Na <sub>2</sub> O) <sup>d</sup>	<0,027 ÷ 0,137% (m/m)
(K <sub>2</sub> O) <sup>d</sup>	<0,01 ÷ 0,047% (m/m)
(CaCO <sub>3</sub> ) <sup>d</sup>	1,0 ÷ 12,7% (m/m)
Zawartość części lotnych	49–58% (m/m)

Węgiel charakteryzuje się dużą niejednorodnością. Przed podaniem węgiel nie jest specjalnie uśredniany. Różnice chwilowe wynoszą nawet > 1000 kJ/kg.

W zbiorniku 1 przygotowano wodny roztwór soli bromu z dodatkiem wodorotlenku potasu oraz zawiesiny bakterii heterotroficznych i nityfikacyjnych. 100 kg roztworu zawiera:

- wodny roztwór bromku sodu 43% (m/m) – 89,98 kg,
- wodorotlenek potasu – 0,02 kg,
- zawiesina bakterii heterotroficznych i nityfikacyjnych – 10 kg.

Na węgiel podawano roztwór w sposób ciągły, jednolitym strumieniem, w ilości odpowiadającej 7 kg/100 t węgla, w temperaturze 30°C. Węgiel został skierowany do młyna, w którym podczas mielenia uzyskano homogeną mieszkankę roztworu i węgla. Pył węglowy podano do kotła, wyposażonego w niskoemisyjne palniki. Temperatura panująca w strefie wprowadzenia pyłu wynosiła 1300°C. W tych warunkach następuje rozkład bromku sodu NaBr do bromowodoru HBr, a następnie dalszy rozkład do postaci jonowej. Jony bromu Br<sup>2+</sup> reagują z rtęcią metaliczną zawartą w węglu, tworząc trwałe w wysokich temperaturach bromki rtęci HgBr. Powstałe w wyniku rozkładu soli kationy sodu wiążą się z tlenkami siarki, przez co zwalniają miejsce dla sorpcji na cząstkach popiołów. Oba procesy zachodzą już w kotle, w wyniku czego spaliny wychodzące z kotła są już częściowo oczyszczone z rtęci i SO<sub>2</sub>. Ilość produkowanych spalin wynosiła 1 700 000 m<sup>3</sup>/h.

Wartości parametrów mierzonych podczas dwóch testów, trwających po 24 godziny każdy, zestawiono w tabeli 1 i przedstawiono graficznie na rycinie 1. W tabeli 2 zestawiono wyniki pomiarów stężenia rtęci za elektrofiltrem oraz w kominie. Pomiarzy wykonano w warunkach rzeczywistych, to jest w gazie przy rzeczywistej temperaturze i ciśnieniu panującym w mierzonym przekroju, a następnie przeliczono na warunki umowne (warunki normalne – gaz przeliczony dla umownej temperatury i ciśnienia równych 273°K i 1013 hPa, oznaczony symbolem „U” w indeksie dolnym jednostki), gaz suchy (gaz o zawartości pary wodnej w ilości <0,005 kg H<sub>2</sub>O/kg pary, oznaczony symbolem „S” w indeksie dolnym jednostki) i warunki referencyjne / standardowe (gaz przeliczony dla umownej zawartości O<sub>2</sub> (O<sub>2</sub> referencyjny = 6%, oznaczony symbolem „R” w indeksie dolnym jednostki).

Tabela 1  
Zestawienie wartości parametrów mierzonych podczas trwania testu

Hg w węglu w stanie roboczym średnia	Teoretyczna emisja Hg z węgla średnia	Stężenie Hg za WS przy O <sub>2</sub> =6% Hg pomiar ciągły	Stężenie Hg w kominie O <sub>2</sub> =6% Hg pomiar ciągły	Redukcja Hg za elektrofiltrem Hg pomiar ciągły	Redukcja Hg w IMOS Hg pomiar ciągły	Całkowita redukcja Hg Hg pomiar ciągły	Moc bloku
mg/kg	µg/m <sup>3</sup> <sub>USR</sub>	µg/m <sup>3</sup> <sub>USR</sub>	µg/m <sup>3</sup> <sub>USR</sub>	%	%	%	MW
0,256	75,4	6,9	1,8	91	6,7	98	351
0,300	89,5	7,9	1,7	91	6,9	98	350

Rycina 1. Graficzne przedstawienie wyników testu

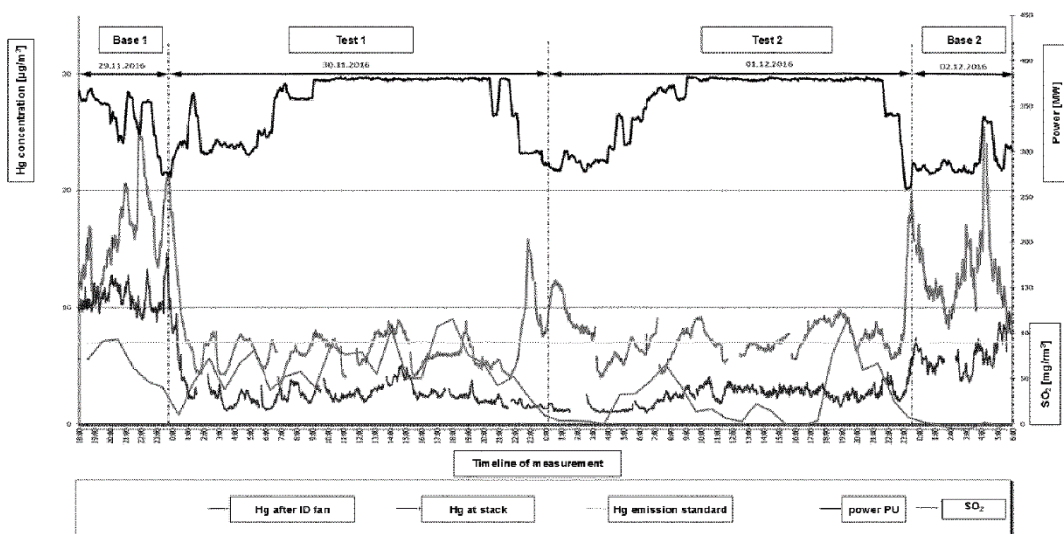


Tabela 2  
Zestawienie wyników pomiarów stężeń rtęci

miejsce	Wartość		
	minimalna	maksymalna	średnia
Za elektrofiltrem	6,87 µg/m <sup>3</sup> <sub>USR</sub>	7,86 µg/m <sup>3</sup> <sub>USR</sub>	7,36 µg/m <sup>3</sup> <sub>USR</sub>
W kominie	1,72 µg/m <sup>3</sup> <sub>USR</sub>	1,83 µg/m <sup>3</sup> <sub>USR</sub>	1,77 µg/m <sup>3</sup> <sub>USR</sub>

W opisanym przykładzie wykonania wraz z popiołami usunięto 98% rtęci zawartej w węglu, a stężenie rtęci w kominie wynosiło 1,8 µg/m<sup>3</sup>.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób obniżania zawartości rtęci w spalinach podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego, polegający na tym, że do węgla kierowanego do komory spalania dodaje się roztwór soli bromu, **znamienny tym**, że na węgiel kierowany do komory spalania nanosi się wodny roztwór soli bromu z dodatkiem przynajmniej jednej substancji zwiększającej zdolność penetracji roztworu, po czym węgiel jest rozdrabniany i wprowadzany do komory spalania, do obszaru o temperaturze 1100°C do 1600°C.
2. Sposób obniżania zawartości rtęci w spalinach podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako sól bromu stosuje się bromek sodu NaBr, przy czym stężenie bromku sodu NaBr w roztworze wynosi 40–50%.
3. Sposób obniżania zawartości rtęci w spalinach podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wodny roztwór soli bromu zawiera dodatek wodorotlenku potasu KOH, jako substancję zwiększającą zdolność penetracji roztworu, przy czym maksymalne stężenie wodorotlenku potasu KOH w roztworze wynosi 0,02%.
4. Sposób obniżania zawartości rtęci w spalinach podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wodny roztwór soli bromu, jako dodatek zwiększający zdolność penetracji roztworu, zawiera mieszaninę o składzie:
  - alkohol, C12-14, etoksyłowany, siarczan, sole sodowe <2,5 EO – 5–<8%,
  - kwasy sulfonowe, C14-16-hydroksy alken i C14-16-alken, sole sodowe – 1–<3%,
  - kokamidopropylobetaina – 1–<3%, przy czym maksymalne stężenie mieszaniny w roztworze wynosi 0,02%.

5. Sposób obniżania zawartości rtęci w spalinach podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wodny roztwór soli bromu, jako dodatek zwiększający zdolność penetracji roztworu, zawiera wsad biologiczny, będący zawiesiną bakterii heterotroficznych i nitryfikacyjnych, przy czym maksymalne stężenie wsadu biologicznego w roztworze wynosi 15%, a czas kontaktu roztworu z węglem wynosi co najmniej 1 godzinę.
6. Sposób obniżania zawartości rtęci w spalinach podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wodny roztwór soli bromu, jako dodatki zwiększające zdolność penetracji roztworu, zawiera wodorotlenek potasu KOH i wsad biologiczny, będący zawiesiną bakterii heterotroficznych i nitryfikacyjnych, przy czym maksymalne stężenie wodorotlenku potasu KOH w roztworze wynosi 0,02%, natomiast maksymalne stężenie wsadu biologicznego w roztworze wynosi 15%, a czas kontaktu roztworu z węglem wynosi co najmniej 1 godzinę.
7. Sposób obniżania zawartości rtęci w spalinach podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wodny roztwór soli bromu, jako dodatki zwiększające zdolność penetracji roztworu, zawiera mieszaninę o składzie:
  - alkohol, C12-14, etoksylogowany, siarczan, sole sodowe <2,5 EO – 5–<8%,
  - kwasy sulfonowe, C14-16-hydroksy alken i C14-16-alken, sole sodowe – 1–<3%,
  - kokamidopropylobetaina –1–<3%,oraz wsad biologiczny, będący zawiesiną bakterii heterotroficznych i nitryfikacyjnych, przy czym maksymalne stężenie mieszaniny w roztworze wynosi 0,02%, maksymalne stężenie wsadu biologicznego w roztworze wynosi 15%, a czas kontaktu roztworu z węglem wynosi co najmniej 1 godzinę.
8. Układ do realizacji sposobu obniżania zawartości rtęci w spalinach powstałych podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego zawierający: zbiornik roztworu soli bromu dodawanego do węgla, pompę dozującą i dysze natryskowe, połączone rurociągami oraz układ regulacji dawki roztworu dostarczanego do dysz natryskowych, **znamienny tym**, że roztwór ze zbiornika (1) jest tłoczony przy pomocy pompy dozującej (3), do dysz natryskowych (2), umieszczonych nad przenośnikami (6), dostarczającymi węgiel do komory spalania (11), a układ regulacji dawki roztworu zraszającego węgiel składa się z automatycznego systemu pomiaru strumienia węgla (18) transportowanego do komory spalania (11), automatycznego systemu pomiaru koncentracji rtęci w spalinach za układem odpylania spalin (17) i w kominie (17') oraz zestawu regulatorów (19) ustawianych na podstawie wyników pomiarów ilości węgla transportowanego do komory spalania oraz pomiarów poziomu zawartości rtęci w węglu i spalinach, które regulują wydajność pompy dozującej (3) i przepływ roztworu przez zawory regulacyjne (5).
9. Układ do realizacji sposobu obniżania zawartości rtęci w spalinach powstałych podczas spalania paliw stałych, zwłaszcza węgla brunatnego według zastrz. 8, **znamienny tym**, że jest wyposażony w instalację płuczącą, wpiętą do instalacji zraszającej pomiędzy zbiornikiem (1) roztworu zraszającego a dyszami zraszającymi (2).

## Rysunek

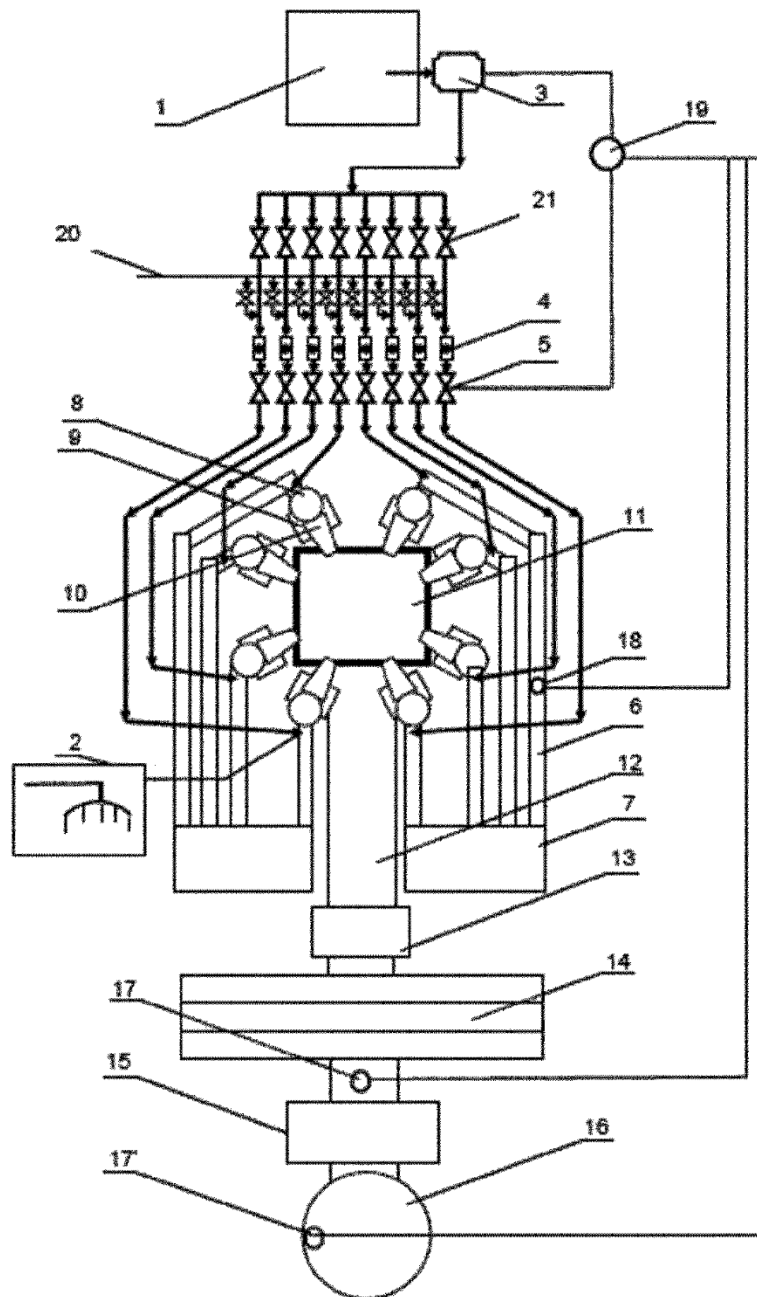


Fig. 1