

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **232869**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **426248**

(22) Data zgłoszenia: **06.07.2018**

(51) Int.Cl.

F23J 15/02 (2006.01)

F23L 17/02 (2006.01)

B01D 53/14 (2006.01)

B01D 53/86 (2006.01)

B01D 46/00 (2006.01)

(54) **Urządzenie do sekwencyjnego oczyszczania i odzysku ciepła
ze spalin odprowadzanych kominem**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
03.12.2018 BUP 25/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.08.2019 WUP 08/19

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
BERNARD POŁĘDNIK, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:
rzech. pat. Maciej Nowicki

PL 232869 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do sekwencyjnego oczyszczania i odzysku ciepła ze spalin odprowadzanych kominem, zwłaszcza odprowadzanych kominem kotłowni lub domowego pieca grzewczego.

Dotychczas znane są różnego rodzaju urządzenia do oczyszczania spalin w przewodach kominowych. W urządzeniach tych najczęściej ze spalin usuwa się cząstki aerozolowe na różnego rodzaju materiałach filtracyjnych. Wyróżniane są wówczas filtry wstępnego oczyszczania spalin, których zadaniem jest wydzielenie ze spalin grubszych cząstek aerozolowych. Wyróżniane są też filtry dokładne i końcowe do oczyszczania spalin z cząstek submikrometrowych.

W zgłoszeniu patentowym WO2009011685 (A) przedstawione jest urządzenie filtrujące, którego zadaniem jest oczyszczanie odprowadzanych kominem gazów odlotowych. Urządzenie składa się z nakładanej na komin komory z otworem wlotowym i wylotowym spalin, w której umieszczony jest wymienny lub podlegający recyklingowi ceramiczny wkład filtracyjny.

Z opisu patentowego US8083574 (B1) znane jest urządzenie do oczyszczania spalin w formie nakładki na wylot rury odprowadzającej gazy odlotowe. Nakładka ta wyposażona jest w wymienny katalityczny filtr, który oczyszcza przechodzące przez niego spaliny.

Oprócz urządzeń filtracyjnych znane są również urządzenia do bezwładnościowego, odśrodkowego i elektrostatycznego oczyszczania spalin. Mogą to być urządzenia, w których spaliny oczyszcza się zarówno metodami suchymi, jak i mokrymi. Z opisu patentowego US9084964 (B1) znane jest urządzenie do oczyszczania spalin składające się z suchego skrubera i radialnego filtra tkaninowego oraz centralnie usytuowanego osiowego wentylatora, który wymusza przepływ spalin. Z opisu wzoru użytkowego CN201200847 (Y) znane jest urządzenie, w którym realizowane jest kilkustopniowe mokre oczyszczanie spalin. Urządzenie składa się z połączonych szeregowo odpylaczy wyposażonych w zraszacze wody. Spaliny, których ruch jest wymuszany za pomocą wentylatora, przechodzą kolejno przez poszczególne odpylacze i są stopniowo oczyszczane. W opisie zgłoszenia patentowego CN106871147 (A) przedstawione jest urządzenie do oczyszczania spalin odprowadzanych z kotła węglowego składające się z elementu wymuszającego ruch spalin, elementu rozpraszającego wodną mgłę i elementu filtrującego. Podobne urządzenie, które można instalować na kominie odprowadzającym spaliny przedstawione jest w opisie zgłoszenia wzoru użytkowego CN206027343 (U). Gazy spalinowe w tym rozwiązaniu przechodzą przez warstwę wody i są poddawane podwójnemu oczyszczaniu na filtrach.

Rozpowszechnionymi urządzeniami do oczyszczania spalin, w których wykorzystuje się działanie sił odśrodkowych na cząstki zanieczyszczeń są różnego rodzaju odpylacze cyklonowe. Przykładem jest urządzenie do odpylania spalin i gazów przemysłowych przedstawione w opisie patentowym PL216644 (B1).

Elektrostatyczne oczyszczanie spalin przeprowadza się w elektrofiltrach. Przykładowe rozwiązania konstrukcji elektrofiltrów przedstawione są w opisach patentowych DE1078096 (B) i EP2451582 (B1). W opisie patentowym US6621136 (B2) przedstawiony jest elektrostatyczny odpylacz posiadający centralną wysokonapięciową elektrodę i rozmieszczony wokół niej porowaty materiał zatrzymujący naładowane cząstki aerozolowe. W zgłoszeniu patentowym US3400513 (A) zaprezentowany jest elektrostatyczny odpylacz wykonany w postaci zwężki kanałowej przypominającej strumienicę. Urządzenie opisane w zgłoszeniu patentowym US3222848 (A) posiada wymienne ramki z elektrodami osadczyimi, które oczyszcza się po określonym czasie pracy urządzenia. Natomiast opis patentowy US6783575 (B2) przedstawia elektrostatyczny filtr instalowany wewnątrz kanału odprowadzającego gazy odlotowe.

Znane są też rozwiązania wykorzystujące właściwości zjonizowanej materii. Urządzenie opisane w zgłoszeniu patentowym CN106731544 (A) zawiera komorę, przez którą przechodzą spaliny i w której przy wlocie spalin zainstalowany jest filtr tkaninowy do usuwania cząstek stałych. W środku komory znajduje się jeden lub kilka reaktorów plazmowych, których zadaniem jest oczyszczanie spalin z zanieczyszczeń chemicznych, a na wylocie komory zainstalowany jest co najmniej jeden wentylator. Urządzenie wyposażone w palniki gazowe, których zadaniem jest dopalanie zawartych w spalinach cząstek stałych oraz pozostałych palnych substancji przedstawione jest w zgłoszeniu wzoru użytkowego CN206073093 (U). W zgłoszeniu patentowym CN106322408 (A) opisane jest katalityczne urządzenie do spalania, które zawiera komorę spalania, wymiennik ciepła, filtr gazów spalinowych i wentylator, przy czym filtr gazów spalinowych znajduje się za wymiennikiem ciepła.

Znane są również urządzenia wykorzystujące procesy fotokatalitycznego utleniania. W opisie patentowym US7951327 (B2) przedstawiony jest moduł fotokatalitycznego usuwania zanieczyszczeń powietrza. Głównym elementem urządzenia jest filtr z tkaniną filtracyjną pokrytą TiO_2 oraz aktywująca lampa UV. W zgłoszeniu patentowym US20040007453 (A1) przedstawiony jest oczyszczacz powietrza o cylindrycznym kształcie, wewnątrz którego umieszczona jest lampa UV oświetlająca specjalnie ukształtowane włókna pokryte fotokatalityczną substancją. Urządzenie fotokatalityczne, w którym na drodze przepływu zanieczyszczonego gazu koncentrycznie rozmieszczone są elementy, których powierzchnie pokryte są materiałem fotokatalitycznym oraz źródła światła UV przedstawione jest w zgłoszeniu patentowym US20100209312 (A1).

Oczyszczanie spalin może być realizowane w urządzeniach, w których w różnorodnych kombinacjach łączone są różne metody oczyszczania. Na przykład odpylanie spalin można realizować w urządzeniach, w których na cząstki zanieczyszczeń jednocześnie działają siły bezwładności, siły odśrodkowe i siły elektrostatyczne. W rozwiązaniu przedstawionym w opisie patentowym PL194549 (B1) cząstki zanieczyszczeń wydzielane są ze spalin w urządzeniu posiadającym cylindryczną porowatą przegrodę, centralnie umieszczony dolny kanał do usuwania cząstek i górny kanał do odprowadzania oczyszczonych spalin. Z opisu patentowego PL216297 (B1) znane jest urządzenie do odśrodkowego oczyszczania spalin o konstrukcji zbliżonej do odpylacza cyklonowego. Urządzenie posiada elektrodę generującą wyładowania koronowe oraz koncentrycznie rozmieszczone pionowe żaluzje spełniające funkcję elektrod rozładowczych.

Znane są różnego rodzaju urządzenia do odzyskiwania ciepła ze spalin odprowadzanych przewodem kominowym. Z opisu zgłoszenia patentowego WO9701072 (A1) znany jest wymiennik ciepła, który montowany jest na przewodzie odprowadzającym spaliny z komory spalania. Czynnik odbierający ciepło ze spalin jest cyrkulacyjnie doprowadzany do przegrody, przez którą przechodzą spaliny. W opisie patentowym PL195174 (B1) przedstawiony jest wymiennik ciepła, który w zewnętrznej warstwie ma spiralnie zamontowane rurki, którymi przepływa czynnik odbierający ciepło ze spalin. Urządzenie do odzyskiwania ciepła, które może być montowane w dwukanałowych przewodach kominowych przedstawione jest w opisie patentowym PL200318 (B1). Wewnętrzny kanałem odprowadzane są spaliny, natomiast zewnętrznym kanałem przepływa czynnik odbierający ciepło ze spalin. W zgłoszeniu patentowym CN106322408 (A) opisane jest katalityczne urządzenie do spalania, które zawiera komorę spalania, wymiennik ciepła, filtr gazów spalinowych i wentylator, przy czym filtr gazów spalinowych znajduje się za wymiennikiem ciepła.

Celem wynalazku jest sekwencyjne oczyszczanie i odzysk ciepła ze spalin odprowadzanych kominem, zwłaszcza kominem kotłowni lub domowego pieca grzewczego.

Istotą urządzenia do sekwencyjnego oczyszczania i odzysku ciepła ze spalin odprowadzanych kominem posiadającego wentylator i filtr oczyszczania spalin jest to, że w zamontowanej na kominie obudowie urządzenia znajduje się sekcja odprowadzająca spaliny i sekcja oczyszczająca spaliny. W sekcji oczyszczającej spaliny znajduje się od góry wentylator oraz filtr. Na końcu sekcji odprowadzającej spaliny znajduje się filtr ceramiczny piankowy w kształcie walca, którego górna część zakrywa wylot z sekcji odprowadzającej spaliny do sekcji oczyszczania spalin, a dolna część znajduje się w zbiorniku cieczy, który połączony jest z wymiennikiem ciepła, który z kolei połączony jest poprzez urządzenie regenerujące ciecz ze zraszczaczem roztworu absorpcyjnego z substancją buforową, który znajduje się w wylocie sekcji odprowadzającej spaliny w sąsiedztwie filtra piankowego w kształcie walca. Filtr piankowy w kształcie walca połączony jest w swojej osi równoległej do kierunku przepływu spalin z wałem napędowym silnika. Korzystnie powierzchnie filtra ceramicznego piankowego w kształcie walca pokryte są substancją katalityczną. W sekcji odprowadzającej spaliny znajdują się pierwsze czujniki temperatury i ciśnienia spalin oraz pierwsze czujniki stężenia cząstek aerozolowych i zanieczyszczeń chemicznych. W sekcji oczyszczającej spaliny pomiędzy wentylatorem a filtrem znajdują się drugie czujniki temperatury i ciśnienia spalin oraz drugie czujniki stężenia cząstek aerozolowych i zanieczyszczeń chemicznych. Czujniki temperatury i ciśnienia spalin oraz czujniki stężenia cząstek aerozolowych i zanieczyszczeń chemicznych połączone są z modułem sterowania, który połączony jest z wentylatorem. Korzystnie wentylator i moduł sterowania połączone są z przetwornicą napięcia, która połączona jest z modułem zasilania. Korzystnie jest, gdy moduł zasilania połączony jest z panelem fotowoltaicznym, który zamocowany jest do komina lub do obudowy urządzenia poprzez mechanizm sterujący jego położeniem.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest to, że przy niskich kosztach inwestycyjnych i eksploatacyjnych ze spalin emitowanych z komina usuwane są szkodliwe zanieczyszczenia oraz odzyskiwane jest ciepło. Niezależnie od jakości spalanego paliwa i efektywności procesu spalania, którą

można polepszać wykorzystując odzyskiwane ciepło jakość emitowanych spalin jest akceptowalna. Oczyszczanie spalin związanych z tzw. niską emisją pochodzącą z kominów lokalnych kotłowni i domowych pieców grzewczych istotnie ogranicza możliwość powstawania smogu. Odzyskiwane ciepło ze spalin, które może być wykorzystywane w instalacji grzewczej, zwiększa efektywność energetyczną budynku.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku urządzenia w widoku perspektywicznym.

Urządzenie do sekwencyjnego oczyszczania i odzysku ciepła ze spalin odprowadzanych kominem przedstawione w przykładzie wykonania na rysunku zamontowane zostało na kominie 1, którego prostokątny przekrój miał wymiary $0,20 \times 0,27$ m. W obudowie urządzenia 2 znajdowała się sekcja odprowadzająca spaliny A i sekcja oczyszczająca spaliny B. W sekcji oczyszczającej spaliny B zainstalowany był wentylator 3, pod którym był filtr 4 tkaninowy. Zastosowano wentylator firmy Systemair ZRS 180 ze stali nierdzewnej o maksymalnym wydatku $518 \text{ m}^3/\text{h}$. Na końcu sekcji odprowadzającej spaliny A znajdował się filtr ceramiczny piankowy w kształcie walca 5 firmy Ferro-Therm o porowatości 30 ppi. Górna część tego filtra zakrywała wylot z sekcji odprowadzającej spaliny A do sekcji oczyszczania spalin B. Dolna jego część znajdowała się w zbiorniku cieczy 6. Zbiornik cieczy 6 połączony był z wymiennikiem ciepła 7, którym był pojemnościowy wymiennik typu WP 6/6 firmy PROFIL. Wymiennik ten połączony był poprzez urządzenie regenerujące ciecz 8 ze zraszaczem roztworu absorpcyjnego z substancją buforową 9. Zraszacz ten znajdował się w wylocie sekcji odprowadzającej spalin A w sąsiedztwie filtra piankowego w kształcie walca 5. Jako roztwór absorpcyjny zastosowano wodny roztwór chlorku wapnia z substancją buforową Absorben 75. W urządzeniu regenerującym ciecz 8 w postaci utleniającego reaktora z wirówką usuwany był wytrączony z cieczy siarczan wapnia (gips) oraz pozostałe zaabsorbowane zanieczyszczenia. Oś filtra ceramicznego piankowego w kształcie walca 5 była równoległa do kierunku przepływu spalin i połączona była z wałem napędowym silnika 10. Powierzchnie filtra ceramicznego piankowego w kształcie walca 5 pokryte były substancją fotokatalityczną na bazie dwutlenku tytanu (TiO_2) firmy Nanopac. W sekcji odprowadzającej spaliny A znajdowały się pierwsze czujniki temperatury i ciśnienia spalin 11a oraz pierwsze czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 12a, zaś pomiędzy filtrem 4 tkaninowym a wentylatorem 3 znajdowały się drugie czujniki temperatury i ciśnienia spalin 11b oraz drugie czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 12b. Czujnikami temperatury i ciśnienia spalin 11a i 11b były odpowiednio czujniki rezystancyjne Pt1000 i sondy stalowe połączone z przetwornikiem różnicowym ciśnienia DE28. Czujnikami stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 12a i 12b były sondy analizatora spalin testo 380. Czujniki temperatury i ciśnienia spalin 11a i 11b oraz czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 12a i 12b połączone były z modułem sterowania w postaci regulatora DP1S, który z kolei połączony był z wentylatorem 3. Moduł zasilania 13 w postaci akumulatora i inwertera firmy SMA Sunny Island połączony był z panelem fotowoltaicznym 14 zamocowanym do obudowy urządzenia 2. Położenie panelu fotowoltaicznego 14 względem słońca ustawiane było za pomocą mechanizmu sterującego jego położeniem 15 składającego się z dwóch siłowników. Przetwornica napięcia, którą był transformator firmy TELTO, połączona była z modułem zasilania 13. W przetwornicy napięcia wytwarzane było stałe napięcie 24 V, którym zasilany był przetwornik różnicowy ciśnienia DE28. Z przetwornicy napięcia dostarczane było również napięcie 230 V, którym zasilany był wentylator 3 i moduł sterowania.

Sekwencyjne oczyszczanie i odzysk ciepła ze spalin z kotłowni, w której spalano węgiel i inne paliwa, przeprowadzono z zastosowaniem urządzenia przedstawionego w przykładzie wykonania. Oczyszczanie i odzysk ciepła ze spalin polegał na tym, że spaliny emitowane z komina 1 były kierowane poprzez sekcję odprowadzającą spaliny A do sekcji oczyszczającej spaliny B, w której oczyszczano spaliny na filtrze ceramicznym piankowym w kształcie walca 5 zraszany roztworem absorpcyjnym z substancją buforową. Ze spalin usuwano z 80% skutecznością cząstki aerozolowe zawierające wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne i metale ciężkie oraz związki siarki i azotu. Użyty roztwór absorpcyjny o podwyższonej temperaturze na skutek kontaktu z gorącymi spalinami wraz z zanieczyszczeniami odebranymi ze spalin gromadzony był w zbiorniku cieczy 6. Stamtąd kierowany był do wymiennika ciepła 7, w którym odzyskiwano z niego ciepło. Następnie schłodzony zanieczyszczony roztwór absorpcyjny kierowano do urządzenia regenerującego roztwór absorpcyjny 8 i po uzupełnieniach doprowadzano z powrotem do zraszacza roztworu absorpcyjnego z substancją buforową 9. Pozostałe w spalinach zanieczyszczenia wraz z pewną ilością zraszającego roztworu absorpcyjnego unoszoną przez odprowadzane spaliny były uławiane na filtrze 4 tkaninowym. Podczas rozpalania w kotle moduł sterowania ustawiał wentylator 3 na optymalne obroty. Ułatwiała to rozpalenie kotła i przeciwdziałało

zadymianiu pomieszczenia kotłowni. Po rozpaleniu kotła informację o tym fakcie czujniki temperatury i ciśnienia spalin 11a i 11b przekazały do modułu sterowania, który od tego momentu dostosowywał prędkość obrotową wentylatora 3 tak, aby w kanale kominowym było wymagane stabilne podciśnienie w zakresie 10–25 Pa. Wzrost oporów przepływu spalin na skutek gromadzenia się zanieczyszczeń na filtrze ceramicznym piankowym w kształcie walca 5 lub filtrze 4 tkaninowym zwiększała różnicę ciśnienia spalin na wlocie i wylocie z urządzenia. Na podstawie sygnałów z czujników temperatury i ciśnienia spalin 11a i 11b moduł sterowania zwiększał odpowiednio prędkość obrotową wentylatora 3. Po przekroczeniu zadanej maksymalnej prędkości obrotowej wentylatora 3 moduł sterowania wysyłał sygnał informujący o „zatkaniu się” filtra ceramicznego piankowego w kształcie walca 5 lub filtra 4 tkaninowego i konieczności ich wymiany. O wygaśnięciu kotła informowały czujniki temperatury i ciśnienia spalin 11a i 11b. Moduł sterowania wyłączał wówczas wentylator 3 oraz zatrzymywał obieg roztworu absorpcyjnego. Filtr ceramiczny piankowy w kształcie walca 5 i filtr 4 tkaninowy poddawane były regeneracji po 10 dniach intensywnego użytkowania i wymieniane były po zakończeniu okresu grzewczego.

Wykaz oznaczeń

- 1 – komin
- 2 – obudowa urządzenia
- 3 – wentylator
- 4 – filtr
- 5 – filtr ceramiczny piankowy w kształcie walca
- 6 – zbiornik cieczy
- 7 – wymiennik ciepła
- 8 – urządzenie regenerujące ciecz
- 9 – zraszacz roztworu absorpcyjnego z substancją buforową
- 10 – silnik
- 11a, 11b – czujnik temperatury i ciśnienia spalin
- 12a, 12b – czujnik stężenia cząstek aerozolowych i zanieczyszczeń chemicznych
- 13 – moduł zasilania
- 14 – panel fotowoltaiczny
- 15 – mechanizm sterujący położeniem
- A – sekcja odprowadzająca spaliny
- B – sekcja oczyszczająca spaliny

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do sekwencyjnego oczyszczania i odzysku ciepła ze spalin odprowadzanych kominem posiadające wentylator i filtr oczyszczania spalin, **znamiennie tym**, że w zamontowanej na kominie (1) obudowie urządzenia (2) znajduje się sekcja odprowadzająca spaliny (A) i sekcja oczyszczająca spaliny (B), przy czym w sekcji oczyszczającej spaliny (B) znajduje się od góry wentylator (3) oraz filtr (4), zaś na końcu sekcji odprowadzającej spaliny (A) znajduje się filtr ceramiczny piankowy w kształcie walca (5), którego górna część zakrywa wylot z sekcji odprowadzającej spaliny (A) do sekcji oczyszczania spalin (B), a dolna część znajduje się w zbiorniku cieczy (6), który połączony jest z wymiennikiem ciepła (7), który z kolei połączony jest poprzez urządzenie regenerujące ciecz (8) ze zraszaczem roztworu absorpcyjnego z substancją buforową (9), który znajduje się w wylocie sekcji odprowadzającej spalin (A) w sąsiedztwie filtra piankowego w kształcie walca (5), przy czym filtr piankowy w kształcie walca (5) połączony jest w swojej osi równoległej do kierunku przepływu spalin z wałem napędowym silnika (10).
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że powierzchnie filtra ceramicznego piankowego w kształcie walca (5) pokryte są substancją katalityczną.
3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w sekcji odprowadzającej spaliny (A) znajdują się pierwsze czujniki temperatury i ciśnienia spalin (11a) oraz pierwsze czujniki stężenia cząstek aerozolowych i zanieczyszczeń chemicznych (12a), zaś w sekcji oczyszczającej spaliny (B) pomiędzy wentylatorem (3) a filtrem (4) znajdują się drugie czujniki temperatury i ciśnienia spalin (11b) oraz drugie czujniki stężenia cząstek aerozolowych i zanieczyszczeń chemicznych (12b), przy czym czujniki temperatury i ciśnienia spalin (11a, 11b) oraz czujniki stężenia

cząstek aerozolowych i zanieczyszczeń chemicznych (12a, 12b) połączone są z modułem sterowania, który połączony jest z wentylatorem (3).

4. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że wentylator (3) i moduł sterowania połączone są z przetwornicą napięcia, która połączona jest z modułem zasilania (13).
5. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że moduł zasilania (13) połączony jest z panelem fotowoltaicznym (14), który zamocowany jest do komina (1) lub do obudowy urządzenia (2) poprzez mechanizm sterujący jego położeniem (15).

Rysunek

