

Urządzenie do absorpcyjnego oczyszczania i odzysku ciepła ze spalin emitowanych z komina

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do absorpcyjnego oczyszczania i odzysku ciepła ze spalin emitowanych z komina, zwłaszcza z komina 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 wymienialny 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 wymienialny 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 5 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 10 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 15 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 osadczymi, 20 które oczyszczą 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, 25 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 30 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 5 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. 10 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 15 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 20 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 25 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 30 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). Wewnętrznym 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 absorpcyjne oczyszczanie i odzysk ciepła ze spalin emitowanych z komina, zwłaszcza z komina kotłowni lub domowego pieca grzewczego.

Istotą urządzenia do absorpcyjnego oczyszczania i odzysku ciepła ze spalin emitowanych z komina posiadającego wentylator i filtr oczyszczania spalin, według wynalazku, 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 ceramiczny piankowy i zraszacz roztworu absorpcyjnego z substancją buforową, pod którymi znajduje się zbiornik na roztwór absorpcyjny, który połączony jest z wymiennikiem ciepła, który z kolei połączony jest poprzez urządzenie regenerujące roztwór absorpcyjny ze zraszaczem roztworu absorpcyjnego z substancją buforową. Korzystnie powierzchnie filtra ceramicznego piankowego pokryte są substancją katalityczną. Zraszacz roztworu absorpcyjnego z substancją buforową znajduje się pod filtrem ceramicznym piankowym. Alternatywnie zraszacz roztworu absorpcyjnego z substancją buforową znajduje się nad filtrem ceramicznym piankowym. 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 ceramicznym piankowym, 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 absorpcyjnego oczyszczania i odzysku ciepła ze spalin emitowanych z komina przedstawione w przykładzie wykonania na rysunku zamontowane zostało na kominie 1, którego prostokątny przekrój miał wymiary 0,20 x 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, a pod nim znajdował się filtr ceramiczny piankowy 4 firmy Drache o porowatości 20 ppi. Zastosowano wentylator firmy Systemair ZRS 180 ze stali nierdzewnej o maksymalnym wydatku 518 m³/h. Powierzchnie filtra ceramicznego piankowego 4 pokryte były substancją fotokatalityczną na bazie dwutlenku tytanu (TiO₂) firmy Nanopac. Pod filtrem ceramicznym piankowym 4 zamontowany był zraszacz roztworu absorpcyjnego z substancją buforową 5, a pod nim znajdował się zbiornik na ciecz 6. Jako roztwór absorpcyjny zastosowano wodny roztwór chlorku wapnia z substancją buforową Absorben 75. Zbiornik na ciecz 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 5. W urządzeniu regenerującym ciecz 8 w postaci utleniającego reaktora z wirówką usuwany był wytrącany z cieczy siarczan wapnia (gips) oraz pozostałe zaabsorbowane zanieczyszczenia. W sekcji odprowadzającej spaliny A znajdowały się pierwsze czujniki temperatury i ciśnienia spalin 9a oraz pierwsze czujniki stężenia

cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 10a, zaś pomiędzy filtrem ceramicznym piankowym 4 a wentylatorem 3 znajdowały się drugie czujniki temperatury i ciśnienia spalin 9b oraz drugie czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 10b. Czujnikami temperatury i ciśnienia spalin 9a i 9b były odpowiednio czujniki rezystancyjne Pt1000 i sondy stalowe połączone z przetwornikiem różnicowym ciśnienia DE28. Czujnikami stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 10a i 10b były sondy analizatora spalin testo 380. Czujniki temperatury i ciśnienia spalin 9a, 9b oraz czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 10a, 10b połączone były z modułem sterowania w postaci regulatora DP1S, który z kolei 5
10
15
20
25
30
połączony był z wentylatorem 3. Moduł zasilania 11 w postaci akumulatora i inwertera firmy SMA Sunny Island połączony był z panelem fotowoltaicznym 12 zamocowanym do obudowy urządzenia 2. Położenie panelu fotowoltaicznego 12 względem słońca ustawiane było za pomocą mechanizmu sterującego jego położeniem 13 składającego się z dwóch siłowników. Przetwornica napięcia, którą był transformator firmy TELTO połączona była z modułem zasilania 11. 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.

Oczyszczanie i odzysk ciepła ze spalin z kotłowni, w której spalano węgiel i inne paliwa stałe 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 zraszając je roztworem absorpcyjnym z substancją buforową. Ze spalin usuwano z 90% skutecznością cząstki aerozolowe zawierające wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne i metale ciężkie oraz związki siarki. Użyty roztwór absorpcyjny o podwyższonej temperaturze na skutek kontaktu z gorącymi spalinami wraz z zanieczyszczeniami odebranymi ze spalin gromadzony był w zbiorniku roztworu absorpcyjnego 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 5. Pozostałe w spalinach zanieczyszczenia wraz z pewną

ilością zraszającego roztworu absorpcyjnego unoszoną przez odprowadzane spaliny były ułatwiane na filtrze ceramicznym piankowym 4. Podczas rozpalania w kotle moduł sterowania ustawiał wentylator 3 na optymalne obroty. Ułatwiało to rozpalenie kotła i przeciwdziało zadymianiu pomieszczenia kotłowni. Po rozpaleniu kotła 5 informację o tym fakcie czujniki temperatury i ciśnienia spalin 9a i 9b przekazały do moduł 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 4 zwiększał różnicę ciśnienia 10 spalin na wlocie i wylocie z urządzenia. Na podstawie sygnałów z czujników temperatury i ciśnienia spalin 9a i 9b 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 4 i konieczności jego wymiany. O wygaśnięciu 15 kotła informowały czujniki temperatury i ciśnienia spalin 9a i 9b. Moduł sterowania wyłączał wówczas wentylator 3 oraz zatrzymywał obieg roztworu absorpcyjnego. Filtr ceramiczny piankowy 4 przechodził gruntowną regenerację po zakończeniu okresu grzewczego.

Wykaz oznaczeń

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