

Urządzenie do oczyszczania spalin odprowadzanych kominem

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do oczyszczania spalin odprowadzanych kominem, 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 WO 2009011685 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 US 8083574 znane jest urządzenie do oczyszczania spalin w formie nakładki na wylot rury odprowadzającej gazy odlotowe. Nakładka ta wyposażona jest usuwalny 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 US 9084964 znane jest urządzenie do oczyszczania spalin składające się z suchego skrubera i radialnego filtra tkaninowego oraz centralnie usytuowanego osiowego wentylatora, który wymusza przepływ spalin. W zgłoszeniu patentowym CN 201200847 opisane 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 zgłoszeniu patentowym CN 106871147 opisane jest urządzenie do oczyszczania spalin odprowadzanych z kotła węglowego składające się z elementu wymuszającego ruch spalin, elementu rozpraszającego wodną mgłą i

elementu filtrującego. Podobne urządzenie, które można instalować na kominie odprowadzającym spaliny przedstawione jest w opisie zgłoszenia patentowego CN 206027343. Gazy spalinowe w tym rozwiązaniu przechodzą przez warstwę wody i są poddawane podwójnemu oczyszczaniu na filtrach.

5 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 PL 216644.

Elektrostatyczne oczyszczanie spalin przeprowadza się w elektrofiltrach.
10 Przykładowe rozwiązania konstrukcji elektrofiltrów przedstawione są w opisach patentowych DE 1078096 i EP 2451582. W opisie patentowym US 6621136 przedstawiony jest elektrostatyczny odpylacz posiadający centralną wysokonapięciową elektrodę i rozmieszczony wokół niej porowaty materiał zatrzymujący naładowane cząstki aerozolowe. W zgłoszeniu patentowym US 3400513 zaprezentowany jest
15 elektrostatyczny odpylacz wykonany w postaci zwężki kanałowej przypominającej strumienicę. Urządzenie zaprezentowane w zgłoszeniu patentowym US 3222848 posiada wymienne ramki z elektrodami osadczymi, które oczyszcza się po określonym czasie pracy urządzenia. Natomiast opis patentowy US 6783575 przedstawia elektrostatyczny filtr instalowany wewnątrz kanału odprowadzającego gazy odlotowe.

20 Znane są też rozwiązania wykorzystujące właściwości zjonizowanej materii. Urządzenie opisane w zgłoszeniu patentowym CN 106731544 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
25 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 patentowym CN 206073093. W zgłoszeniu patentowym CN 106322408 opisane jest katalityczne urządzenie do spalania, które zawiera komorę spalania,
30 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 US 7951327 przedstawiony jest moduł

fotokatalitycznego usuwania zanieczyszczeń powietrza. Głównym elementem urządzenia jest filtr z tkaniną filtracyjną pokrytą TiO₂ oraz aktywująca lampa UV. W zgłoszeniu patentowym US 20040007453 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 US 20100209312.

10 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 PL 194549 15 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 PL 216297 znane jest urządzenie do odśrodkowego oczyszczania spalin o konstrukcji zbliżonej do odpylacza cyklonowego. Urządzenie posiada elektrodę generującą 20 wyładowania koronowe oraz koncentrycznie rozmieszczone pionowe żaluzje spełniające funkcję elektrod rozładowczych.

Celem wynalazku jest oczyszczanie spalin odprowadzanych kominem, zwłaszcza z komina kotłowni lub domowego pieca grzewczego.

Istotą urządzenia do oczyszczanie spalin odprowadzanych kominem według 25 wynalazku posiadającego filtr oczyszczania spalin, wentylator oraz moduł fotokatalitycznego oczyszczania spalin, moduł adsorpcyjnego oczyszczania spalin i moduł elektrostatycznego oczyszczania spalin jest to, że w obudowie urządzenia znajduje się filtr do usuwania cząstek aerozolowych, nad którym znajduje się wentylator. Na wlocie spalin do urządzenia znajdują się pierwsze czujniki temperatury i 30 ciśnienia spalin oraz pierwsze czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych. Przed wentylatorem znajdują się drugie czujniki temperatury i ciśnienia spalin oraz drugie czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych. Czujniki temperatury i

ciśnienia spalin oraz czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych połączone są z modułem sterowania, który połączony jest z wentylatorem.

Korzystnie nad filtrem do usuwania cząstek aerozolowych znajduje się moduł fotokatalitycznego oczyszczania spalin z porowatą przegrodą zawierającą dwutlenek tytanu - TiO_2 i z zestawem diod elektroluminescencyjnych UV-A.

Alternatywnie nad filtrem do usuwania cząstek aerozolowych znajduje się moduł adsorpcyjnego oczyszczania spalin z sorbentem.

Zamiennie nad filtrem do usuwania cząstek aerozolowych znajduje się moduł elektrostatycznego oczyszczania spalin z elektrodami jonizującymi i z elektrodami osadczymi.

Dodatkowo wskazane jest gdy wentylator, moduł sterowania, moduł fotokatalitycznego oczyszczania spalin i moduł elektrostatycznego oczyszczania spalin 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 odprowadzanych kominem usuwane są szkodliwe zanieczyszczenia. Niezależnie od jakości spalanego paliwa i efektywności procesu spalania jakość emitowanych spalin jest akceptowalna. Oczyszczanie spalin związanych z tzw. niską emisją pochodzącą z kominów lokalnych kotłowni i domowych pieców grzewczych w istotnym stopniu ogranicza powstawanie smogu.

Wynalazek został przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1a przedstawia urządzenie złożone z wyrwaniami w widoku perspektywnym w pierwszym przykładzie wykonania, fig. 1b – urządzenie rozłożone w widoku perspektywnym w pierwszym przykładzie wykonania, fig. 2a – urządzenie złożone z wyrwaniami w widoku perspektywnym w drugim przykładzie wykonania, fig. 2b – urządzenie rozłożone w widoku perspektywnym w drugim przykładzie wykonania.

Przykład 1.

Urządzenia do oczyszczania spalin zamontowane zostało na kominie 1 kotłowni, którego prostokątny przekrój kanału spalinowego miał wymiary 0,20x0,27 m. W kotłowni spalane były mieszanki węgla energetycznego typu 31-33, a także śmieci różnego pochodzenia. Obudowa urządzenia 2 została przytwierdzona do komina 1 za

5 pomocą elementów mocujących 19. W urządzeniu od strony wlotu spalin znajdował się filtr do usuwania cząstek aerozolowych 3 firmy Bufil. Filtr ten wykonany był z tkaniny z włókien stali stopowej i wyposażony był w dno zgarniakowe ułatwiające usuwanie nagromadzonego pyłu. Nad filtrem do usuwania cząstek aerozolowych 3 zamocowany

10 był moduł elektrostatycznego oczyszczania spalin 10 z pierwszymi w kolejności elektrodami jonizującymi 10a i z drugimi elektrodami osadczymi 10b zamontowanymi w odpowiednich ramach wykonanych z materiału elektroizolacyjnego tekstolit ToF-1. Elektrody osadcze 10b oddzielone były od siebie elementami dystansowymi 17. Nad modułem elektrostatycznego oczyszczania spalin 10 zamontowany był kolejno moduł

15 fotokatalitycznego oczyszczania spalin 8 z porowatą przegrodą 8a zawierającą 65% TiO_2 i z zestawem diod UV-A 8b oraz wentylator 4 wymuszający przepływ spalin przez urządzenie. Zaadaptowany był wentylator firmy Systemair ZRS 180 ze stali nierdzewnej o maksymalnym wydatku $518 \text{ m}^3/\text{h}$, który wyposażony był w deflektor 20 i kratkę zabezpieczającą 21. Na wlocie spalin do urządzenia znajdowały się pierwsze

20 czujniki temperatury i ciśnienia spalin 5a oraz pierwsze czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 6a, zaś pomiędzy modułem fotokatalitycznego oczyszczania spalin 8 a wentylatorem 4 znajdowały się drugie czujniki temperatury i ciśnienia spalin 5b oraz drugie czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 6b. Czujnikami temperatury i ciśnienia spalin 5a i 5b były odpowiednio czujniki rezystancyjne Pt1000 i sondy stalowe odporne na zatykanie sadzą połączone z przetwornikiem różnicowym ciśnienia DE28. Czujnikami stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 6a i 6b były sondy analizatora spalin testo 380. Czujniki temperatury i ciśnienia spalin 5a, 5b oraz czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 6a, 6b połączone były z modułem sterowania 7 w postaci regulatora

25 DP1S, który z kolei połączony był z wentylatorem 4. Moduł zasilania 12 w postaci akumulatora i inwertera firmy SMA Sunny Island połączony był z panelem fotowoltaicznym 13 zamocowanym do obudowy urządzenia 2, którego położenie względem słońca ustawiane było za pomocą mechanizmu sterującego jego położeniem 18 w postaci dwóch siłowników. Przetwornica napięcia 11, którą był

30 transformator firmy TELTO połączona była z modułem zasilania 12. W przetwornicy napięcia 11 wytwarzane było stałe napięcie 6 kV, które zwielokrotniane w powielaczu napięcia podawane było na elektrody jonizujące 10a i elektrody osadcze 10b modułu elektrostatycznego oczyszczania spalin 10. Elektrody jonizujące 10a podłączone były

do bieguna dodatniego poprzez styki elektryczne elektrod jonizujących 15, a elektrody osadczycze 10b podłączone były do bieguna ujemnego poprzez styki elektryczne elektrod osadczyczych 16. Styki elektryczne elektrod jonizujących 15 i styki elektryczne elektrod osadczyczych 16 umieszczone były na przeciwległych bokach modułu elektrostatycznego oczyszczania spalin 10. Z przetwornicy napięcia 11 dostarczane było również napięcie 230 V, którym zasilany był wentylator 4 i moduł sterowania 7 oraz napięcie 24 V, którym zasilany był zestaw diod UV-A 9b modułu fotokatalitycznego oczyszczania spalin 8 poprzez styki elektryczne zestawu diod UV-A 14. Napięciem 24V zasilany był także przetwornik różnicowy ciśnienia DE28.

10 Oczyszczanie spalin z kotłowni, w której spalano węgiel i inne materiały przeprowadzono z zastosowaniem urządzenia przedstawionego w przykładzie wykonania. Oczyszczanie polegało na tym, że spaliny emitowane z komina 1 zostały skierowane na filtr do usuwania cząstek aerozolowych 3. Ze spalin usunięto z 90% skutecznością cząstki aerozolowe zawierające wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, w tym benzo(a)piren, a także dioksyne i furany oraz polichlorowane bifenyle i metale ciężkie. W dalszej kolejności spaliny przemieszczono do modułu elektrostatycznego oczyszczania spalin 10, w którym usunięto pozostałe cząstki aerozolowe z 94% skutecznością. Następnie spaliny skierowano do modułu fotokatalitycznego oczyszczania spalin 8, w którym spaliny oczyszczono z lotnych związków organicznych z 92% skutecznością i odprowadzono je do powietrza zewnętrznego. Podczas rozpalania w kotle moduł sterowania 7 ustawił wentylator na maksymalne obroty. Ułatwiło to rozpalenie i przeciwdziało zadymianiu pomieszczenia kotłowni. Po rozpaleniu w kotle czujniki temperatury i ciśnienia spalin 5a i 5b przekazały o tym informację do modułu sterowania 7, który od tej pory zaczął tak sterować prędkością wentylatora 4, aby utrzymywana była w kanale kominowym wymagana wartość podciśnienia w zakresie od 10 do 25 Pa. Wzrost oporów przepływu spalin na skutek gromadzenia się usuwanych z nich zanieczyszczeń na filtrze i w poszczególnych modułach oczyszczania spalin zwiększał różnicę ciśnienia spalin na wlocie i wylocie z urządzenia. Na podstawie sygnałów z czujników temperatury i ciśnienia spalin 5a i 5b moduł sterowania 7 zwiększał odpowiednio prędkość obrotową wentylatora 4. W czasie unormowanego palenia stabilizowana była wartość podciśnienia ciągu kominowego. Po przekroczeniu ustawianej górnej wartości prędkości obrotowej wentylatora 4 wysyłany był sygnał informujący o konieczności

wymiany filtra lub modułów oczyszczania spalin. Wygaśnięcie kotła wykrywane było przez czujniki temperatury i ciśnienia spalin 5a i 5b i moduł sterowania 7 wyłączał działanie wentylatora 4. Przy nie ciągłej pracy urządzenia związanej z okresowym paleniem w kotle filtr do usuwania cząstek aerozolowych 3 wymieniano co siedem dni. Co siedem dni czyszczono również elektrody osadcze 10b modułu elektrostatycznego oczyszczania spalin 10. Porowatą przegrodę 8a zawierającą TiO_2 w module fotokatalitycznego oczyszczania spalin 8 wymieniano co dziesięć dni pracy urządzenia.

Przykład 2.

Urządzenia do oczyszczania spalin zamontowane zostało na kominie 1 domowego pieca grzewczego, którego prostokątny przekrój kanału spalinowego miał wymiary 0,14x0,27 m. W piecu spalane było drewno, węgiel energetyczny oraz substancje odpadowe z gospodarstwa domowego. Obudowa urządzenia 2 została przytwierdzona do komina 1 za pomocą elementów mocujących 19. W urządzeniu od strony wlotu spalin znajdował się filtr do usuwania cząstek aerozolowych 3 firmy Bufil, który wykonany był z tkaniny z włókien stali stopowej. Był on wyposażony w dno zgarniakowe ułatwiające usuwanie nagromadzonego pyłu. Nad filtrem do usuwania cząstek aerozolowych 4 zamocowany był moduł elektrostatycznego oczyszczania spalin 10 z pierwszymi w kolejności elektrodami jonizującymi 10a i z drugimi elektrodami osadczymi 10b zamontowanymi w odpowiednich ramach wykonanych z materiału elektroizolacyjnego tekstolit ToF-1. Elektrody osadcze 10b oddzielone były od siebie elementami dystansowymi 17. Nad modułem elektrostatycznego oczyszczania spalin 10 zamontowany był kolejno moduł adsorpcyjnego oczyszczania spalin 9 z efektywnym sorbentem 9a w postaci aktywnego węgla oraz wentylator 4 wymuszający przepływ spalin przez urządzenie. Zaadaptowany był wentylator firmy Systemair ZRS 170 z siluminu o maksymalnym wydatku $310 \text{ m}^3/\text{h}$, który wyposażony był w deflektor 20 i kratkę zabezpieczającą 21. Na wlocie spalin do urządzenia znajdowały się pierwsze czujniki temperatury i ciśnienia spalin 5a oraz pierwsze czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 6a, zaś pomiędzy modułem adsorpcyjnego oczyszczania spalin 9 a wentylatorem 4 znajdowały się drugie czujniki temperatury i ciśnienia spalin 5b oraz drugie czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 6b. Czujnikami temperatury i ciśnienia spalin 5a i 5b były odpowiednio czujniki rezystancyjne Pt100 i sondy stalowe odporne na zatykanie sadzą połączone z przetwornikiem różnicowym ciśnienia DS2. Czujnikami stężenia cząstek i

zanieczyszczeń chemicznych 6a i 6b były sondy pyłomierza D-R 800 i analizatora spalin LMBD4PLC. Czujniki temperatury i ciśnienia spalin 5a, 5b oraz czujniki stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych 6a, 6b połączone były z modułem sterowania 7 w postaci regulatora DP1S, który z kolei połączony był z wentylatorem 4. Moduł zasilania 12 w postaci akumulatora i inwertera firmy SMA Sunny Island połączony był z panelem fotowoltaicznym 13 zamocowanym do obudowy urządzenia 2, którego położenie względem słońca ustawiane było za pomocą mechanizmu sterującego jego położeniem 18 w postaci dwóch siłowników. Przetwornica napięcia 11, którą był transformator STM 200 firmy BREVE połączona była z modułem zasilania 12. W przetwornicy napięcia 11 wytwarzane było stałe napięcie 6 kV, które zwielokrotniane w powielaczu napięcia podawane było na elektrody jonizujące 10a i elektrody osadcze 10b modułu elektrostatycznego oczyszczania spalin 10, przy czym elektrody jonizujące 10a podłączone były do bieguna dodatniego poprzez styki elektryczne elektrod jonizujących 15, a elektrody osadcze 10b podłączone były do bieguna ujemnego poprzez styki elektryczne elektrod osadczych 16. Styki elektryczne elektrod jonizujących 15 i styki elektryczne elektrod osadczych 16 umieszczone były na przeciwległych bokach modułu elektrostatycznego oczyszczania spalin 10. Z przetwornicy napięcia 11 dostarczane było również napięcie 230 V, którym zasilany był wentylator 4 i moduł sterowania 7 oraz napięcie 24 V, którym zasilany był przetwornik różnicowy ciśnienia DS2.

Oczyszczanie spalin z pieca domowego, w którym spalano drewno, węgiel i inne materiały przeprowadzono z zastosowaniem urządzenia przedstawionego w przykładzie wykonania. Oczyszczanie polegało na tym, że spaliny emitowane z komina 1 zostały skierowane na filtr do usuwania cząstek aerozolowych 3. Ze spalin usunięto z 87% skutecznością cząstki aerozolowe zawierające wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, w tym benzo(a)piren, a także dioksyny i furany oraz polichlorowane bifenyle i metale ciężkie. W dalszej kolejności spaliny przemieszczono do modułu elektrostatycznego oczyszczania spalin 10, w którym usunięto pozostałe cząstki aerozolowe z 91% skutecznością. Następnie spaliny skierowano do modułu adsorpcyjnego oczyszczania spalin 9, w którym spaliny oczyszczono z lotnych związków organicznych z 92% skutecznością i odprowadzono je do powietrza zewnętrznego. Podczas rozpalania w piecu moduł sterowania 7 ustawił wentylator na maksymalne obroty. Ułatwiło to rozpalenie i przeciwdziało zadymianiu

pomieszczenia, w którym znajdował się piec. Po rozpaleniu w piecu czujniki temperatury i ciśnienia spalin 5a i 5b przekazały o tym informację do modułu sterowania 7, który od tej pory zaczął tak sterować prędkością wentylatora 4, aby utrzymywana była w kanale kominowym wymagana wartość podciśnienia w zakresie od 10 do 25 Pa.

5 Wzrost oporów przepływu spalin na skutek gromadzenia się usuwanych z nich zanieczyszczeń na filtrze i w poszczególnych modułach oczyszczania spalin zwiększał różnicę ciśnienia spalin na wlocie i wylocie z urządzenia. Na podstawie sygnałów z czujników temperatury i ciśnienia spalin 5a i 5b moduł sterowania 7 zwiększał odpowiednio prędkość obrotową wentylatora 4. W czasie unormowanego palenia

10 stabilizowana była wartość podciśnienia ciągu kominowego. Po przekroczeniu ustawianej górnej wartości prędkości obrotowej wentylatora 4 wysyłany był sygnał informujący o konieczności wymiany filtra lub modułów oczyszczania spalin. Wygaśnięcie pieca było wykrywane przez czujniki temperatury i ciśnienia spalin 5a i 5b i moduł sterowania 7 wyłączał działanie wentylatora 4. Przy nie ciągłej pracy

15 urządzenia związanej z okresowym paleniem w piecu filtr do usuwania cząstek aerozolowych 3 wymieniano co siedem dni. Co siedem dni czyszczono również elektrody osadcze 10b modułu elektrostatycznego oczyszczania spalin 10. Sorbent 9a w module adsorpcyjnego oczyszczania spalin 9 wymieniano co dziesięć dni pracy urządzenia.

Wykaz oznaczeń

- 1 - komin
- 2 - obudowa urządzenia
- 3 - filtr do usuwania cząstek aerozolowych
- 4 - wentylator
- 5a, 5b - czujnik prędkości i ciśnienia spalin
- 6a, 6b - czujnik stężenia cząstek i zanieczyszczeń chemicznych
- 7 - moduł sterowania
- 8 - moduł fotokatalitycznego oczyszczania spalin
- 8a - porowata przegroda zawierająca dwutlenek tytanu - TiO_2
- 8b - zestaw diod elektroluminescencyjnych UV-A
- 9 - moduł adsorpcyjnego oczyszczania spalin
- 9a - sorbent
- 10 - moduł elektrostatycznego oczyszczania spalin
- 10a - elektroda jonizująca
- 10b - elektroda osadcza
- 11 - przetwornica napięcia
- 12 - moduł zasilania
- 13 - panel fotowoltaiczny
- 14 - styk elektryczny zestawu diod elektroluminescencyjnych UV-A
- 15 - styk elektryczny elektrod jonizujących
- 16 - styk elektryczny elektrod osadczych
- 17 - element dystansowy
- 18 - mechanizm sterujący położeniem
- 19 - element mocujący
- 20 - deflektor
- 21 - kratka zabezpieczająca