

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 242325 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **438407**

(22) Data zgłoszenia: **2021.07.09**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.01.17 BUP 03/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.02.13 WUP 07/2023**

(51) MKP:

F24F 8/20 (2021.01)

F24F 8/80 (2021.01)

F24F 8/00 (2021.01)

B03C 3/017 (2006.01)

B03C 3/00 (2006.01)

A61L 9/00 (2006.01)

A61L 9/16 (2006.01)

A61L 9/18 (2006.01)

A61L 9/20 (2006.01)

A61L 9/22 (2006.01)

F24F 8/22 (2021.01)

F24F 8/167 (2021.01)

F24F 8/158 (2021.01)

F24F 8/30 (2021.01)

F24F 8/192 (2021.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

BERNARD POŁEDNIK, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

Maciej Nowicki, Lublin, PL

(54) Tytuł:

Urządzenie do elektrostatycznego oczyszczania oraz sterylizacji powietrza wewnętrznego

PL 242325 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do elektrostatycznego oczyszczania oraz sterylizacji powietrza wewnętrznego.

Dotychczas znane są różnego rodzaju urządzenia do oczyszczania powietrza. W urządzeniach tych zanieczyszczenia powietrza najczęściej odseparowuje się na różnego rodzaju materiałach filtracyjnych. Wyróżniane są wówczas filtry wstępnego oczyszczania powietrza wykonane z materiałów włóknistych, których zadaniem jest wydzielenie z powietrza grubszych cząstek aerozolowych. Wyróżniane są też filtry dokładne i końcowe do oczyszczania powietrza z cząstek submikrometrowych. Oprócz urządzeń filtracyjnych znane są również urządzenia do elektrostatycznego oczyszczania powietrza. Mogą to być zarówno urządzenia stacjonarne jak i przenośne. W zgłoszeniu patentowym US3191362A opisany jest elektrostatyczny oczyszczacz w kształcie prostopadłościanu, w którym poziomy przepływ powietrza wymuszany jest przez wentylator. Elektrostatyczny odpylacz o podobnej konstrukcji, z uchwytem do przenoszenia i zasilany z sieci elektrycznej przedstawiony został w zgłoszeniach patentowych US 3108865A oraz US 4261712A. Zastosowano w nich układy przetwornikowe napięcia zasilającego prądem stałym wentylator wymuszający ruch powietrza i wysokonapięciowe elektrody odpylacza. Wielowarstwowy elektrostatyczno-mechaniczny filtr powietrza przedstawiono w opisie patentowym US 7258729B1. Zastosowano w nim materiał filtracyjny o niskim oporze przepływu powietrza, który umieszcza się pomiędzy kilkoma warstwami elektrod. Urządzenie zaprezentowane w zgłoszeniu patentowym US 3222848A posiada wymienne ramki z elektrodami osadczymi, które oczyszczą się po określonym czasie pracy urządzenia. Oczyszczacz powietrza składający się z ramy, zespołu wentylatora i elektrofiltru przedstawiony został w zgłoszeniu patentowym US 2013061754A1, a budowę modułu elektrycznego oczyszczania przedstawiono w opisie zgłoszenia patentowego CN 112013492A. Na zasadzie elektrostatycznego oczyszczania oparte są też oczyszczacze powietrza opisane w zgłoszeniach patentowych CN 112058497A i CN 112082224A. W tym ostatnim zgłoszonym rozwiązaniu powietrze wewnętrzne lub zewnętrzne z zawieszonymi cząstkami aerozolowymi jest doprowadzane do przestrzeni, w której w sposób ciągły uwalniane są jony ujemne. Powodują one koagulację cząstek, a w następstwie ich usuwanie z oczyszczanego powietrza. Znane są również konstrukcje elektrostatycznych odpylaczy przystosowane do warunków przemysłowych. W opisie patentowym US 6621136B2 przedstawiony jest elektrostatyczny odpylacz posiadający centralną wysokonapięciową elektrodę i rozmieszczony wokół niej porowaty materiał zatrzymujący naładowane cząstki aerozolowe. W zgłoszeniu patentowym US 3400513A zaprezentowany jest elektrostatyczny odpylacz wykonany w postaci zwężki kanałowej przypominającej strumienicę. Natomiast opis patentowy US 6783575B2 oraz zgłoszenie patentowe US 3798879A przedstawiają elektrostatyczne filtry do oczyszczania powietrza wewnątrz kanałów wentylacyjnych. Opis patentowy US 9539586B2 przedstawia oczyszczacz posiadający generator ujemnie naładowanych mikro pęcherzyków powietrza o średnicy około 50 μm lub mniejszej. Pęcherzyki te są przepuszczane są przez ciecz do oczyszczania powietrza, a następnie są neutralizowane na dodatnio naładowanej, odpieniającej elektrodzie. Z opisu patentowego US 10940422B2 znane jest urządzenie do oczyszczania powietrza, w którym powietrze jest doprowadzane do wnętrza urządzenia poprzez umieszczony obrotowo zespół filtrujący. Usuwanie zanieczyszczeń z zespołu filtrującego odbywa się za pomocą dołączanego odkurzacza. Opis patentowy US 7754158B2 przedstawia zespół filtracyjny oczyszczacza powietrza, który składa się z ukształtowanych aktywnych płaszczyzn pokrytych materiałem fotokatalitycznym lub nanocząstkami srebra. W otworze w centralnej części aktywnych płaszczyzn umieszczona jest lampa UV. Oczyszczacz powietrza według przykładu wykonania zamieszczonego w opisie patentowym US 10870078B2 zawiera zbiornik na wodę, w którym zamontowany jest ukośnie do powierzchni wody wał obrotowy z łopatkami wprowadzającymi powietrze do wody. Urządzenie do oczyszczania powietrza zawierające wentylator i zestaw wymiennych filtrów przedstawiony jest w opisie patentowym US 10711804B2, a w zgłoszeniu patentowym CN 111765543A urządzenie takie dodatkowo wyposażono w moduł podgrzewający filtrującą siatkę. W opisie zgłoszenia wzoru użytkowego ES 1260754U przedstawiony jest oczyszczacz powietrza zawierający zestaw różnego typu filtrów, w tym filtr z węglem aktywnym i filtr fotokatalityczny oraz promiennik UV. Oczyszczone i zdezynfekowane powietrze dodatkowo jest aromatyzowane poprzez rozpylanie w nim cieczy o zapachu cytrusów. Oczyszczacze powietrza zawierające moduł plazmowej sterylizacji przedstawione są w opisach zgłoszeń patentowych KR 20200138140A i KR 20200138141A. Oczyszczacz powietrza z funkcją nawilżania i sterylizacji przedstawiony jest w opisie zgłoszenia patentowego CN 112146206A, a w opisach zgłoszeń patentowych CN 112082231A i CN 112082232A przedstawione są odpowiednio wielofunkcyjne

oczyszczacz powietrza z nastawianym modulem filtrującym i oczyszczacz powietrza z ruchomą taśmą filtracyjną. Urządzenie do oczyszczania powietrza, w którym powietrze jest zasysane przez wentylator dolnym wlotem, oczyszczane na co najmniej jednym układzie filtracyjnym zawierającym lampę ultrafioletową UV-C i odprowadzane górnym wylotem przedstawione jest w opisie wzoru użytkowego ES 1248424Y. W opisie zgłoszenia patentowego DE 102005026413A1 przedstawione jest urządzenie do oczyszczania powietrza składające się z części do wstępnego, głównego i końcowego oczyszczania powietrza. Część do wstępnego oczyszczania zawiera między innymi wentylator, filtr wstępny i dokładny oraz element emitujący promieniowanie UV. Część głównego oczyszczania zawiera wymienne jednostki filtrujące z węglem aktywnym. W części końcowego oczyszczania powietrze jest doczyszczane i kondycjonowane. Opis wzoru użytkowego DE 202014101065U1 przedstawia urządzenie do filtracji, którego zadaniem jest usuwanie z powietrza różnego rodzaju zanieczyszczeń aerozolowych. W urządzeniu wyszczególniona jest część redukująca wilgotność powietrza, która znajduje się przed elektrycznym filtrem i kolejnymi modulem oczyszczającymi powietrze. W katalogu firmy Lumeelamp oferowane są dwufunkcyjne urządzenia do dezynfekcji powietrza wewnętrznego oraz powierzchni wewnątrz pomieszczeń wykorzystujące promieniowanie UV-C. Przedstawione są też urządzenia z dodatkowymi modulem, w których oczyszczanie powietrza odbywa się wykorzystując fotokatalizę.

Celem wynalazku jest elektrostatyczne oczyszczanie powietrza wewnętrznego z zanieczyszczeń aerozolowych, w tym z drobnych cząstek, a także z lotnych związków organicznych i różnego rodzaju alergenów – z grzybów, bakterii i wirusów. Celem wynalazku jest również zapewnienie odpowiedniej sterylności tego powietrza.

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do elektrostatycznego oczyszczania oraz sterylizacji powietrza wewnętrznego składające się z obudowy z wlotem powietrza w dolnej części obudowy i wylotem powietrza w górnej części obudowy, w której wewnętrzna powierzchnia pokryta jest warstwą fotokatalityczną, zaś nad wlotem powietrza umieszczone są kolejno filtr wstępnego oczyszczania powietrza, wentylator osiowy oraz zamocowany osiowo promiennik UV-C. Jego istotą jest to, że nad pierwszym wentylatorem osiowym w ścianie obudowy zamocowane są dysze nawilżacza powietrza, a w dalszej kolejności znajduje się elektrofiltr, nad którym do wewnętrznej powierzchni obudowy zamocowane są kierownice powietrza. Nad promiennikiem UV-C znajduje się osuszacz powietrza i filtr powietrza z węglem aktywnym oraz jonizator powietrza. Opcjonalnie kierownice powietrza pokryte są warstwą fotokatalityczną. Nad promiennikiem UV-C znajduje się drugi wentylator osiowy. Przed filtrem powietrza z węglem aktywnym wewnątrz obudowy znajduje się pierwszy czujnik prędkości powietrza, zaś nad filtrem powietrza z węglem aktywnym wewnątrz obudowy znajduje się drugi czujnik prędkości powietrza i czujnik wilgotności powietrza, które połączone są z modulem sterującym. Do modułu sterującego podłączone są również pierwszy wentylator osiowy oraz drugi wentylator osiowy.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest to, że powietrze wewnętrzne jest elektrostatycznie oczyszczone z różnego rodzaju zanieczyszczeń. Ponadto powietrze jest sterylnie czyste wdychane powietrze wewnętrzne nie stwarza zagrożeń i poprawiona jest jego odczuwalna jakość.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na schematycznym rysunku w widoku perspektywicznym.

Urządzenie do elektrostatycznego oczyszczania oraz sterylizacji powietrza wewnętrznego w przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku składa się z okrągłej stalowej podstawy o średnicy 250 mm do której przymocowana jest cylindryczna obudowa 1 wykonana ze nierdzewnej stali o średnicy wewnętrznej 172 mm i wysokości 960 mm. Wewnętrzna powierzchnia obudowy 1 pokryta jest warstwą fotokatalityczną w postaci nanocząstek TiO_2 o średniej wielkości 21 ± 5 nm dystrybuowanych przez firmę 3D-nano. W dolnej części obudowy 1 znajdują się dwadzieścia cztery symetrycznie rozmieszczone otwory wlotowe powietrza 1.1, nad którymi umieszczony jest kolejno filtr wstępnego oczyszczania powietrza 2, pierwszy wentylator osiowy 3, dysze nawilżacza powietrza 5, a następnie elektrofiltr 6 oraz kierownice powietrza 7 zamocowane do wewnętrznej powierzchni obudowy 1 i umieszczony osiowo promiennik UV-C 4. Filtrem wstępnego oczyszczania powietrza 2 jest dopasowana do wymiarów obudowy włóknina filtracyjna G4 zgodna z normą PN-EN ISO 16890 o grubości 15 mm. Pierwszym wentylatorem osiowym 3 jest wentylator FD1750A2HBL/R z regulowaną prędkością obrotów o maksymalnej wydajności $205 \text{ m}^3/\text{h}$. Dysze nawilżacza powietrza 5 zamocowane są w ścianie obudowy 1 i połączone są z nawilżaczem 16, którym jest ultradźwiękowy nawilżacz LB 88 firmy BEURER. Elektrofiltrem 6 jest zestaw elektrod ulotowych typu ostrzowego o napięciu 6 kV do jonizowania cząstek zanieczyszczeń powietrza oraz elektrod osadczych w postaci ujemnie naładowanych karbowanych płyt do neutralizowania cząstek. Elektrofiltr 6 podłączony jest do generatora napięcia 17, którym jest powielacz napięcia

PWN 005/12kV/6kV. Kierownice powietrza 7 wykonane są ze stabilizowanego termicznie i odpornego na promieniowanie ultrafioletowe tworzywa PA6 G dystrybuowanego przez firmę TERMOPLASTIK i pokryte są warstwą fotokatalityczną. Promiennikiem UV-C 4 jest świetlówka UV-C Philips TUV PL-L 36W 2G11 o emitowanej długości fali 254 nm. Nad promiennikiem UV-C 4 znajduje się osuszacz powietrza 8, którym jest kondensacyjny osuszacz powietrza wykonany z przystosowanych elementów osuszacza DC18 Ecoair z parownikiem i skraplaczem oraz ze zbiornikiem skroplonej wody 18. Nad osuszaczem powietrza 8 umieszczony jest filtr powietrza z węglem aktywnym 9 klasy F9 zgodnej z normą PN-EN ISO 16890 o grubości 15 mm, a nad nim znajduje się jonizator powietrza 10 w postaci zestawu kondensatorów o małej pojemności składających się z ujemnie ładowanych igieł oraz dodatkowo ładowanych miedzianych płytek rozmieszczonych na obwodzie obudowy 1 i podłączonych poprzez transformator MCT ZA 30 120 E16 do źródła zasilania. Nad jonizatorem 10 znajduje się drugi wentylator osiowy 11, którym jest wentylator FD1750A2HBL/R z regulowaną prędkością obrotów o maksymalnej wydajności 205 m³/h. Wylot powietrza 1.2 umiejscowiony jest nad drugim wentylatorem osiowym 11. Wewnątrz obudowy 1 przed i za filtrem powietrza z węglem aktywnym 9 znajdują się odpowiednio pierwszy czujnik prędkości powietrza 12 i drugi czujnik prędkości powietrza 13, którymi są czujniki PAV3015D firmy Posifa Technologies. Za filtrem powietrza z węglem aktywnym 9 znajdują się również czujnik wilgotności powietrza 14, którym jest czujnik TL2216 firmy DeLonghi. Obydwa czujniki prędkości powietrza 12 i 13, czujnik wilgotności powietrza 14 oraz pierwszy wentylator osiowy 3 i drugi wentylator osiowy 11 podłączone są do modułu sterującego 15, które zawiera między innymi element kontrolno-pomiarowy AVT5425 z interfejsem USB oraz sterownik wentylatorów i czujników wilgotności AVT1855.

Działanie urządzenia do elektrostatycznego oczyszczania oraz sterylizacji powietrza wewnętrznego przedstawionego w przykładzie wykonania polega na tym, że po włączeniu zasilania pierwszy wentylator osiowy 3 zasysa powietrze z pomieszczenia poprzez otwory na wlocie powietrza 1.1 i doprowadza je na filtr wstępnego oczyszczania powietrza 2. Po wstępnym oczyszczeniu powietrze przemieszczając się w zasięgu dysz nawilżacza powietrza 5 jest nawilżane, a następnie jest kierowane do elektrofiltru 6, w którym usuwane są z niego drobne cząstki aerozolowe z 95% skutecznością. Następnie powietrze jest na kierownicach powietrza 7 wprowadzane w ruch wirowy wokół promiennika UV-C 4 i przemieszcza się w kierunku osuszacza powietrza 8 i filtra powietrza z węglem aktywnym 9. Kierunek ruchu powietrza jest determinowany ustawieniem kierownic powietrza 7. Na wydłużonej drodze przemieszczania powietrza w przestrzeni pomiędzy promiennikiem UV-C 4 i obudową 1 jest ono dezynfekowane promieniowaniem UV-C, a przy kontakcie z warstwą fotokatalityczną pokrywającą powierzchnię kierownic powietrza 7 i wewnętrzną powierzchnię obudowy 1 powietrze jest oczyszczane fotokatalitycznie. Zdezynfekowane i oczyszczone powietrze jest następnie osuszane w osuszaczu powietrza 8, przy czym wydzielona woda jest gromadzona w zbiorniku skroplonej wody 18. W dalszej kolejności powietrze jest kierowane na filtr powietrza z węglem aktywnym 9. Tu podlega końcowemu doczyszczaniu, a następnie w jonizatorze powietrza 10 jest wzbogacane w ujemnie naładowane aerojony przywracające korzystny bilans jonów w powietrzu i poprawiające jego odczuwalną jakość. Następnie za pomocą drugiego wentylatora osiowego 11 jest poprzez koncentrycznie rozmieszczone otwory na wylocie powietrza 1.2 odprowadzane do pomieszczenia. Mierzone prędkości powietrza przed i za filtrem powietrza z węglem aktywnym 9 odpowiednio pierwszym czujnikiem prędkości powietrza 12 i drugim czujnikiem prędkości powietrza 13 oraz mierzona wilgotność powietrza za pomocą czujnika wilgotności powietrza 14 są przekazywane do modułu sterującego 15. Wartości tych parametrów są podstawą do odpowiedniego sterowania prędkością pierwszego wentylatora osiowego 3 i drugiego wentylatora osiowego 11 oraz ilością wprowadzanej do powietrza pary przez dysze nawilżacza powietrza 5 tak, aby proces oczyszczania i sterylizacji powietrza przebiegał zgodnie z założeniami i osiągał wymaganą skuteczność. Sterowanie prędkością obrotową wentylatorów osiowych 3 i 11 pozwala zmieniać czas przebywania powietrza w strefie oddziaływania na promieniowanie UV-C, co wpływa na skuteczność oczyszczania i sterylizacji powietrza oraz na wydajność prowadzonego procesu. Urządzenie w sposób ciągły oczyszcza, nawilża, sterylizuje i poprawia jakość powietrza wewnętrznego w pomieszczeniu.

Wykaz oznaczeń

1	–	obudowa
1.1	–	wlot powietrza
1.2	–	wylot powietrza
2	–	filtr wstępnego oczyszczania powietrza
3	–	pierwszy wentylator osiowy
4	–	promiennik UV-C
5	–	nawilżacz powietrza
6	–	elektrofiltr
7	–	kierownica powietrza
8	–	osuszacz powietrza
9	–	filtr powietrza z węglem aktywnym
10	–	jonizator powietrza
11	–	drugi wentylator osiowy
12	–	pierwszy czujnik prędkości powietrza
13	–	drugi czujnik prędkości powietrza
14	–	czujnik wilgotności powietrza
15	–	moduł sterujący
16	–	nawilżacz
17	–	generator napięcia
18	–	zbiornik skroplonej wody

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do elektrostatycznego oczyszczania oraz sterylizacji powietrza wewnętrznego składające się z obudowy (1) z wlotem powietrza (1.1) w dolnej części obudowy (1) i wylotem powietrza (1.2) w górnej części obudowy (1), w której wewnętrzna powierzchnia pokryta jest warstwą fotokatalityczną, zaś nad wlotem powietrza (1.1) umieszczone są kolejno filtr wstępnego oczyszczania powietrza (2), wentylator osiowy (3) oraz zamocowany osiowo promiennik UV-C (4), **znamiennie tym**, że nad pierwszym wentylatorem osiowym (3) w ścianie obudowy (1) zamocowane są dysze nawilżacza powietrza (5), a w dalszej kolejności znajduje się elektrofiltr (6), nad którym do wewnętrznej powierzchni obudowy (1) zamocowane są kierownice powietrza (7), zaś nad promiennikiem UV-C (4) znajduje się osuszacz powietrza (8) i filtr powietrza z węglem aktywnym (9) oraz jonizator powietrza (10).
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że kierownice powietrza (7) pokryte są warstwą fotokatalityczną.
3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że nad promiennikiem UV-C (4) znajduje się drugi wentylator osiowy (11).
4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że przed filtrem powietrza z węglem aktywnym (9) wewnątrz obudowy (1) znajduje się pierwszy czujnik prędkości powietrza (12), zaś nad filtrem powietrza z węglem aktywnym (9) wewnątrz obudowy (1) znajduje się drugi czujnik prędkości powietrza (13) i czujnik wilgotności powietrza (14), które połączone są z modułem sterującym (15), przy czym do modułu sterującego (15) podłączone są również pierwszy wentylator osiowy (3) oraz drugi wentylator osiowy (11).

Rysunek

