

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 242929 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **439390**

(22) Data zgłoszenia: **2021.11.02**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.03.14 BUP 11/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.05.22 WUP 21/2023**

(51) MKP:

**A61L 9/20** (2006.01)

**A61L 9/014** (2006.01)

**A61L 9/14** (2006.01)

**F24F 8/10** (2021.01)

**F24F 8/22** (2021.01)

**F24F 8/133** (2021.01)

**F24F 8/158** (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:

**Sterowane urządzenie do oczyszczania i sterylizacji powietrza**

**PL 242929 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sterowane urządzenie do oczyszczania i sterylizacji powietrza.

Dotychczas znane są różnego rodzaju urządzenia do oczyszczania i sterylizacji 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 US 3191362A 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 oczyszcza 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  $\mu\text{m}$  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 fotokatalitycznym oraz promiennik UV. Oczyszczone i sterylizowane 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 20200138141 A. 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 wielofunkcyjny oczyszczacz powietrza z nastawianym modułem 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 modułami oczyszczającymi powietrze. W katalogu firmy Lumeelamp oferowane są dwufunkcyjne urządzenia do sterylizacji powietrza wewnętrznego oraz powierzchni wewnątrz pomieszczeń wykorzystujące promieniowanie UV-C. Przedstawione są też urządzenia z dodatkowymi modułami, w których oczyszczanie powietrza odbywa się na drodze fotokatalizy.

Celem wynalazku jest sterowane oczyszczanie powietrza z drobnych cząstek aerozolowych oraz z lotnych związków organicznych (LZO) i zanieczyszczeń biologicznych, w tym z bakterii, wirusów i grzybów.

Przedmiotem wynalazku jest sterowane urządzenie do oczyszczania i sterylizacji powietrza składające się z obudowy z wlotem powietrza i wylotami powietrza, w której wewnętrzna powierzchnia pokryta jest warstwą fotokatalityczną, zaś na wlocie powietrza umieszczone są kolejno filtr wstępnego oczyszczania powietrza i wentylator oraz w obudowie zamocowane są osiowo promienniki UV-C. Jego istotą jest to, że wlot powietrza znajduje się w środkowej części obudowy, a wyloty powietrza znajdują się w dolnej i górnej części obudowy. Na wlocie powietrza umieszczony jest filtr wstępnego oczyszczania powietrza i wentylator, którym jest wentylator poprzeczny. Pod i nad wentylatorem poprzecznym w obudowie znajdują się atomizery cieczy połączone ze zbiornikiem roztworu kwasu podchlorawego i zamocowane są osiowo promienniki UV-C. Pod pierwszym promiennikiem UV-C w dolnej części obudowy zamontowany jest pierwszy filtr powietrza z węglem aktywnym z odprowadzeniem cieczy i pierwszy wentylator osiowy. Nad drugim promiennikiem UV-C w górnej części obudowy zamontowany jest drugi filtr powietrza z węglem aktywnym z odprowadzeniem cieczy i drugi wentylator osiowy. W odmianach wykonania pod pierwszym promiennikiem UV-C znajduje się pierwszy jonizator powietrza, a także nad drugim promiennikiem UV-C znajduje się drugi jonizator powietrza. Dodatkowo wentylator poprzeczny, pierwszy wentylator osiowy i drugi wentylator osiowy oraz atomizery cieczy podłączone są do modułu sterującego. Opcjonalnie pomiędzy pierwszym filtrem powietrza z węglem aktywnym i pierwszym wentylatorem osiowym znajduje się pierwszy czujnik prędkości powietrza i pierwszy czujnik wilgotności powietrza, zaś pomiędzy drugim filtrem powietrza z węglem aktywnym i drugim wentylatorem osiowym znajduje się drugi czujnik prędkości powietrza i drugi czujnik wilgotności powietrza, które podłączone są do modułu sterującego.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest to, że powietrze zewnętrzne albo powietrze w pomieszczeniu, w którym stosuje się urządzenie będące przedmiotem wynalazku jest skutecznie oczyszczone z różnego rodzaju cząstek aerozolowych, LZO i zanieczyszczeń biologicznych. Zapewnione jest w ten sposób bezpieczne przebywanie użytkowników w pomieszczeniu i poprawiona jest odczuwalna jakość powietrza.

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

Sterowane urządzenie do oczyszczania i sterylizacji powietrza w przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku składa się z okrągłej stalowej podstawy o średnicy 350 mm i grubości 15 mm, do której przymocowana jest cylindryczna obudowa 1 wykonana z tworzywa PVC-U o średnicy wewnętrznej 220 mm i wysokości 1400 mm. Wewnętrzna powierzchnia obudowy 1 pokryta jest warstwą fotokatalityczną w postaci nanocząstek  $\text{TiO}_2$  o średniej wielkości  $21 \pm 5$  nm dystrybuowanych przez firmę 3D-nano. W środkowej części obudowy 1 znajduje się wlot powietrza 1.1 w postaci prostokątnego otworu, w którym umieszczony jest filtr wstępnego oczyszczania powietrza 2 w postaci włókniny filtracyjnej G4 zgodnej z normą PN-EN ISO 16890 o grubości 5 mm. Wlot powietrza 1.1 umiejscowiony jest na wysokości łopatek wentylatora poprzecznego 3 znajdującego się wewnątrz obudowy 1. Wentylatorem poprzecznym 3 jest zmodyfikowany wentylator RG160-28/56S EBM-PAPST regulowaną prędko-

ścią obrotową i z wirnikiem o średnicy 218 mm i szerokości 160 mm. Pod i nad wentylatorem poprzecznym 3 w obudowie 1 znajdują się atomizery cieczy 5 połączone ze zbiornikiem roztworu kwasu podchloraowego (HOCl) 6. Atomizery cieczy 5 są elektrycznie połączone poprzez moduł Grove z Arduino wraz z nakładką Base Shield v2.0 firmy Seeedstudio z modułem sterującym 10. W przykładzie stosowany jest wodny roztwór HOCl o stężeniu 200 ppm i pH 6. Rozpylana w powietrzu tzw. sucha mgła składa się z cząstek mniejszych niż 10  $\mu\text{m}$ . Pod i nad wentylatorem poprzecznym 3 w osi obudowy 1 zamocowane są również promienniki UV-C 4.1, 4.2, którymi są świetlówki UV-C Philips TUV PL-L 36W 2G11 emitujące fale promieniowania elektromagnetycznego o długości 254 nm. Pod pierwszym promiennikiem UV-C 4.1 w dolnej części obudowy 1 zamocowane są kolejno pierwszy filtr powietrza z węglem aktywnym 7.1, pierwszy jonizator powietrza 9.1 i pierwszy wentylator osiowy 8.1 oraz nad drugim promiennikiem UV-C 4.2 w górnej części obudowy 1 zamocowane są drugi filtr powietrza z węglem aktywnym 7.2, drugi jonizator powietrza 9.2 i drugi wentylator osiowy 8.2. Filtrami powietrza z węglem aktywnym 7.1 i 7.2 są filtry klasy H14 zaopatrzone w system odprowadzania wody. Są one w postaci wielowarstwowych struktur zawierających warstwę SARATECH utworzoną z drobnych kulek wykonanych z różnych polimerów oraz włókninę filtracyjną impregnowaną węglem aktywnym firmy ChemTech. Jonizatorami powietrza 9.1 i 9.2 są zestawy kondensatorów o małej pojemności składające się z ujemnie ładowanych i ostro zakończonych igieł oraz dodatnio ładowanych miedzianych płytek rozmieszczonych na obwodzie obudowy 1 i podłączonych poprzez transformator MCT ZA 30 120 E16 do źródła zasilania. Wentylatorami osiowymi 8.1 i 8.2 są dopasowane do średnicy wewnętrznej obudowy 1 wentylatory Gulf FP-108K z regulowaną prędkością obrotową. Wyloty powietrza 1.2 i 1.3 umiejscowione są odpowiednio pod pierwszym wentylatorem osiowym 8.1 i nad drugim wentylatorem osiowym 8.2. Pomiędzy pierwszym filtrem powietrza z węglem aktywnym 7.1 i pierwszym jonizatorem powietrza 9.1 znajduje się pierwszy czujnik prędkości powietrza 11.1 oraz pierwszy czujnik wilgotności powietrza 12.1, zaś pomiędzy drugim filtrem powietrza z węglem aktywnym 7.2 i drugim jonizatorem powietrza 9.2 znajduje się drugi czujnik prędkości powietrza 11.2 oraz drugi czujnik wilgotności powietrza 12.2. Czujnikami prędkości powietrza 11.1 i 11.2 są czujniki PAV3015D firmy Posifa Technologies. Czujnikami wilgotności powietrza 12.1 i 12.2 są czujniki TL2216 firmy DeLonghi. Obydwa czujniki prędkości powietrza 11.1 i 11.2, czujniki wilgotności powietrza 12.1 i 12.2 oraz wentylator poprzeczny 3 i wentylatory osiowe 8.1 i 8.2 podłączone są do modułu sterującego 10, który wyposażony jest między innymi w podsystem kontrolno-pomiarowy AVT5425 z interfejsem USB.

Działanie sterowanego urządzenia do oczyszczania powietrza przedstawionego w przykładzie wykonania polega na tym, że po włączeniu zasilania wentylator poprzeczny 3 zasysa powietrze poprzez filtr wstępnego oczyszczania powietrza 2 i otwór na wlocie powietrza 1.1. Po wstępnym przefiltrowaniu i usunięciu grubych cząstek aerozolowych powietrze za pomocą łopatek wentylatora poprzecznego 3 wprawiane jest w ruch wirowy oraz przemieszcza się w dół i w górę wewnątrz obudowy 1 okrążając promienniki UV-C 4.1 i 4.2. Podczas tego ruchu powietrze jest sterylizowane promieniowaniem UV-C, a przy kontakcie z warstwą fotokatalityczną pokrywającą wewnętrzną powierzchnię obudowy 1 jest oczyszczane fotokatalitycznie. Dodatkowo rozpylana jest w powietrzu sucha mgła składająca się z cząstek HOCl o wielkościach  $<10 \mu\text{m}$ , która istotnie zwiększa szansę na skuteczną dezaktywację drobnoustrojów w powietrzu. Wirujące powietrze poddawane jest wydłużonemu oddziaływaniu biobójczego kwasu podchloraowego i promieniowania UV-C, co pozwala na jego wydajną sterylizację i oczyszczanie z różnego rodzaju zanieczyszczeń biologicznych, w tym wirusów, bakterii i grzybów. Przykładowo w powietrzu zmniejszają się o  $5 \log_{10}$  miana RNA wszystkich badanych wirusów, w tym norowirusów, wirusa ptasiej grypy oraz wirusa SARS-CoV-2. Z 99,9% skutecznością inaktywowane są *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi* i *Candida albicans*. Redukowane jest też stężenie LZO o 97%. W dalszej kolejności powietrze przemieszczane wewnątrz obudowy 1 w dół kierowane jest na pierwszy filtr powietrza z węglem aktywnym 7.1, a powietrze przemieszczane wewnątrz obudowy 1 w górę kierowane jest na drugi filtr powietrza z węglem aktywnym 7.2, gdzie podlega końcowemu doczyszczaniu. Z powietrza usuwane są pozostałe w nim zanieczyszczenia, w tym pary rozpuszczalników, związków organicznych, dioksyn, chloru i jego pochodnych oraz metali ciężkich i cząstek stałych. Odprowadzana jest też ciecz wydzielona na filtrach powietrza z węglem aktywnym z odprowadzeniem cieczy 7.1 i 7.2. W pełni sterylizowane i oczyszczone powietrze jest następnie wzbogacane w ujemne aerojony odpowiednio w jonizatorach powietrza 9.1 i 9.2, które przywracają korzystny bilans jonów w powietrzu i poprawiają jego odczuwalną jakość. Za pomocą pierwszego wentylatora osiowego 8.1 i za pomocą drugiego wentylatora osiowego 8.2 powietrze jest przemieszczane dalej

w obudowie 1 i odprowadzane poza urządzenie poprzez odpowiednio wyloty powietrza 1.2 i 1.3. Mierzone prędkości powietrza pierwszym czujnikiem prędkości powietrza 11.1 i drugim czujnikiem prędkości powietrza 11.2 są podstawą w urządzeniu sterującym 10 do takiego sterowania prędkością obrotową wentylatora poprzecznego 3 oraz wentylatorów osiowych 8.1 i 8.2, aby proces sterylizacji i oczyszczania powietrza przebiegał zgodnie z założeniami i był maksymalnie skuteczny. Sterowanie prędkością obrotową wentylatora poprzecznego 3 oraz wentylatorów osiowych 8.1 i 8.2 pozwala na zwiększanie albo zmniejszanie czasu przebywania powietrza w strefie oddziaływania na promieniowanie UV-C, co wpływa na skuteczność sterylizacji i oczyszczania powietrza oraz na wydajność prowadzonego procesu. Mierzone wilgotności powietrza za pomocą czujników wilgotności powietrza 12.1 i 12.2 są przekazywane do modułu sterującego 10 i są podstawą do odpowiedniego sterowania ilością roztworu kwasu podchloraowego wprowadzanego do powietrza poprzez atomizery cieczy 5. Urządzenie, w przypadku jego stosowania w pomieszczeniu, w sposób ciągły sterylizuje, oczyszcza i poprawia jakość powietrza wewnętrznego.

#### Wykaz oznaczeń

1	–	obudowa
1.1	–	wlot powietrza
1.2, 1.3	–	wylot powietrza
2	–	filtr wstępnego oczyszczania powietrza
3	–	wentylator poprzeczny
4.1	–	pierwszy promiennik UV-C
4.2	–	drugi promiennik UV-C
5	–	atomizer cieczy
6	–	zbiornik roztworu kwasu podchloraowego
7.1	–	pierwszy filtr powietrza z węglem aktywnym
7.2	–	drugi filtr powietrza z węglem aktywnym
8.1	–	pierwszy wentylator osiowy
8.2	–	drugi wentylator osiowy
9.1	–	pierwszy jonizator powietrza
9.2	–	drugi jonizator powietrza
10	–	moduł sterujący
11.1	–	pierwszy czujnik prędkości powietrza
11.2	–	drugi czujnik prędkości powietrza
12.1	–	pierwszy czujnik wilgotności powietrza
12.2	–	drugi czujnik wilgotności powietrza

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sterowane urządzenie do oczyszczania i sterylizacji powietrza składające się z obudowy (1) z wlotem powietrza (1.1) i wylotami powietrza (1.2, 1.3), w której wewnętrzna powierzchnia pokryta jest warstwą fotokatalityczną, zaś na wlocie powietrza (1.1) umieszczone są kolejno filtr wstępnego oczyszczania powietrza (2) i wentylator (3) oraz w obudowie (1) zamocowane są osiowo promienniki UV-C (4.1, 4.2), **znamiennie tym**, że wlot powietrza (1.1) znajduje się w środkowej części obudowy (1), a wyloty powietrza (1.2, 1.3) znajdują się w dolnej i górnej części obudowy (1), **przy czym** na wlocie powietrza (1.1) umieszczony jest filtr wstępnego oczyszczania powietrza (2) i wentylator (3), którym jest wentylator (3) poprzeczny **oraz** pod i nad wentylatorem (3) poprzecznym w obudowie (1) znajdują się atomizery cieczy (5) połączone ze zbiornikiem roztworu kwasu podchloraowego (6) i zamocowane są osiowo promienniki UV-C (4.1, 4.2), **zaś** pod pierwszym promiennikiem UV-C (4.1) w dolnej części obudowy (1) zamontowany jest pierwszy filtr powietrza z węglem aktywnym (7.1) z odprowadzeniem cieczy i pierwszy wentylator osiowy (8.1), **tudzież** nad drugim promiennikiem UV-C (4.2) w górnej części obudowy (1) zamontowany jest drugi filtr powietrza z węglem aktywnym (7.2) z odprowadzeniem cieczy i drugi wentylator osiowy (8.2).
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że pod pierwszym promiennikiem UV-C (4.1) znajduje się pierwszy jonizator powietrza (9.1).

3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że nad drugim promiennikiem UV-C (4.2) znajduje się drugi jonizator powietrza (9.2).
4. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że wentylator poprzeczny (3), pierwszy wentylator osiowy (8.1) i drugi wentylator osiowy (8.2) oraz atomizery cieczy (5) podłączone są do modułu sterującego (10).
5. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że pomiędzy pierwszym filtrem powietrza z węglem aktywnym (7.1) i pierwszym wentylatorem osiowym (8.1) znajduje się pierwszy czujnik prędkości powietrza (11.1) i pierwszy czujnik wilgotności powietrza (12.1), **zaś** pomiędzy drugim filtrem powietrza z węglem aktywnym (7.2) i drugim wentylatorem osiowym (8.2) znajduje się drugi czujnik prędkości powietrza (11.2) i drugi czujnik wilgotności powietrza (12.2), które podłączone są do modułu sterującego (10).

Rysunek

