

Sterowane urządzenie do oczyszczania i sterylizacji powietrza

Przedmiotem wynalazku jest sterowane urządzenie do oczyszczania i sterylizacji powietrza.

Dotychczas znane są różnego rodzaju urządzenia do oczyszczania i sterylizacji powietrza.

- 5 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 aerolowych. Wyróżniane są też filtry dokładne i końcowe do oczyszczania powietrza z cząstek submikrometrowych. Oprócz urządzeń filtracyjnych znane są również urządzenia do elektrostatycznego
- 10 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
- 15 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
- 20 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.
- 25 W tym ostatnim zgłoszonym rozwiązaniu powietrze wewnętrzne lub zewnętrzne z zawieszonymi cząstkami aerolowymi 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
- 30 posiadający centralną wysokonapięciową elektrodę i rozmieszczony wokół niej porowaty materiał zatrzymujący naładowane cząstki aerolowe. 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.
- 35 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.

5 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.

10 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 fotolalitycznym 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 20200138141A.

20 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.

30 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.

5 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.

20 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.

30 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.

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

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 TiO_2 o średniej wielkości 21 ± 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 prędkością obrotową i z wimikiem 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 podchlorawego (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 μm . 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 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.

RZECZNIK PATENTOWY
Maciej Nowicki
mgr inż. Maciej Nowicki
Nr wp. 3476

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 podchlorawego
- 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