

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **232069**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **419411**

(51) Int.Cl.

E01F 8/00 (2006.01)

B01D 46/24 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **09.11.2016**

(54)

Ekran filtracyjny

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

21.05.2018 BUP 11/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.05.2019 WUP 05/19

(73) Uprawniony z patentu:

**CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY
PRACY – PAŃSTWOWY INSTYTUT
BADAWCZY, Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**RAFAŁ LONGIN GÓRNY, Andrychów, PL
MAŁGORZATA GOŁOFIT-SZYMCZAK,
Pruszków, PL**

MARCIN CYPROWSKI, Łódź, PL

AGATA STOBNICKA, Warszawa, PL

**ANNA KAROLINA ŁAWNICZEK-WAŁCZYK,
Warszawa, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Joanna Bocheńska

PL 232069 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest ekran filtracyjny z włókien naturalnych do oczyszczania powietrza środowiska pracy z cząstek aerozoli ziarnistych, w tym biologicznych i włóknistych.

W większości środowisk pracy, osoby aktywne zawodowo są narażone na czynniki szkodliwe rozprzestrzeniające się drogą powietrzno-pyłową lub powietrzno-kropelkową. Czynniki te, przenosząc się w powietrzu jako aerozole ziarniste, biologiczne i włókniste, wnikając do organizmu człowieka drogą inhalacyjną lub mając bezpośredni kontakt ze skórą czy błonami śluzowymi mogą stwarzać istotne zagrożenie dla zdrowia. Sytuacja, w której tego typu kontaminacja i wynikające z niej narażenie ma miejsce sprawia, iż nieustannie poszukiwane są rozwiązania zarówno materiałowe, jak i techniczne, które skutecznie zapobiegałyby powstawaniu nie do końca rozpoznawanego zagrożenia, powodowanego przez wszystkie powyżej wymienione rodzaje aerozoli. Jedną z tego rodzaju dziedzin jest produkcja różnego typu materiałów i wyrobów filtracyjnych. Filtry i systemy filtracyjne znajdują szerokie zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu. Powszechność ich aplikacji sprawia, że tak nauka, jak i przemysł wciąż poszukują nowych rozwiązań. Ich celem jest często nie tylko opracowywanie doskonalszych, ale często stworzenie i praktyczne wykorzystanie znanych już materiałów i stworzenie na ich bazie nowych rozwiązań technicznych mających np. lepsze parametry filtracji, szersze zastosowanie praktyczne czy obniżających zużycie energii w sposób bardziej wydajny niż dotychczas stosowane, przy zachowaniu wszystkich kluczowych cech istotnych z punktu widzenia procesu filtracji, przy równoczesnym spełnieniu warunku przyjazności finalnego wyrobu dla środowiska.

Dotychczasowe badania właściwości włókien wykazują, że są one w stanie przenosić w środowisku znaczącą liczbę żywych mikroorganizmów sięgającą do 100 komórek wegetatywnych, przetrwalników lub spor bakteryjnych i do 100 spor lub konidiów grzybowych na 1 włókno. W badaniach tych wykazano, że włóknami najefektywniej w powietrzu transportującymi cząstki mikrobiologiczne są włókna naturalne, a wśród nich tworzące aerozol włosie konia. Tę właśnie cechę tego typu włókien można wykorzystać do stworzenia modelu ekranu, który wspomógłby eliminację cząstek drobnoustrojów z powietrza, a przez to istotnie zmniejszył narażenie pracowników na czynniki mikrobiologiczne występujące na stanowiskach pracy w formie aerozolu biologicznego.

Celem wynalazku jest zmniejszenie narażenia pracowników na czynniki mikrobiologiczne występujące na stanowiskach pracy w formie aerozolu biologicznego.

Ekran filtracyjny według wynalazku zbudowany jest z umiejscowionych równolegle listew roboczych połączonych ażurowo w sposób rozłączny z listwami usztywniającymi, umiejscowionymi prostopadle do listew roboczych i wykonanymi korzystnie z aluminium. Listwy robocze zbudowane są z ażurowo ułożonych elementów roboczych połączonych z listwami mocującymi wykonanymi korzystnie z aluminium a połączenie jest rozłączne. Korzystnym jest, aby połączeniem rozłącznym między listwami mocującymi a elementami roboczymi oraz między listwami usztywniającymi a listwami roboczymi było połączenie śrubowe dociskowe. Każdy element roboczy wykonany jest z materiału umożliwiającego wykonanie otworów, korzystnie z drewna. Preferowanym typem drewna jest drewno bukowe. Strona pracująca elementu roboczego posiada od 0,13 do 2,38 otworu/cm², korzystnie 0,33 otworu/cm², nawłosione włosiem naturalnym, korzystnie włosiem końskim o długości włosa 19–40 mm). Najefektywniejszą długością pracującą nawłosienia jest 30 mm. Zastosowano wszystkie połączenia jako połączenia rozłączne w celu ułatwienia wymiany poszczególnych elementów. Elementy robocze stanowią co najmniej 39% powierzchni ekranu.

Przedmiot wynalazku uwidoczniony jest na rysunku na którym Fig. 1 przedstawia schemat ekranu o ażurowej konstrukcji, Fig. 2 przedstawia schemat elementu roboczego ekranu, Fig. 3 schemat stojaka do ekranu według wynalazku. Fig. 4 przedstawia schemat wariantów rozmieszczenia nawłosionych elementów roboczych części pracującej ekranu do eliminowania ze środowiska pracy zanieczyszczeń w postaci aerozoli ziarnistych, w tym i biologicznych, oraz włóknistych, gdzie Fig. 4a Elementy robocze (część pracująca ekranu) stanowią 13% całej powierzchni ekranu filtrującego, Fig. 4b Elementy robocze (część pracująca ekranu) stanowią 26% całej powierzchni ekranu filtrującego, Fig. 4c Elementy robocze (część pracująca ekranu) stanowią 39% całej powierzchni ekranu filtrującego, Fig. 5a i 5b przedstawiają wykresy dotyczące wyników badań sprawności wychwytu cząstek aerozoli ziarnistego i włóknistego przez trzy testowane warianty ekranu o różnym układzie przestrzennym elementów roboczych, Fig. 6 przedstawia wyniki badań sprawności eliminacji cząstek aerozoli ziarnistych, w tym i biologicznych, oraz włóknistych przez ekran o najwyższej sprawności wychwytu cząstek w warunkach rzeczywistych w dwóch zakładach przemysłu tekstylnego.

Przykład 1

Przykładem realizacji wynalazku jest ekran filtracyjny 1 zbudowany na planie kwadratu o wymiarach metr x metr i składa się z osiemnastu frezowanych elementów roboczych 2. Elementy robocze 2 połączone są ażurowo po trzy razem w sześć listew roboczych 3 połączeniem śrubowym dociskowym listwami mocującymi 4 o wymiarach tysiąc mm x piętnaście mm x piętnaście mm. Każdy pojedynczy element roboczy 2 posiada prostopadłościenny kształt oprawy wykonanej z drewna bukowego o wymiarach sto pięćdziesiąt mm x czterdzieści siedem mm x szesnaście i pół mm). Prostokątna strona pracująca elementu roboczego 2 posiada dwadzieścia trzy otwory o średnicy cztery i trzy dziesiąte mm, nawłosione naturalnym włosiem końskim o długości części pracującej trzydzieści mm. Listwy robocze 3 u góry i dołu ekranu dodatkowo połączone są ażurowo połączeniem śrubowym śrubą zwykłą z listwami usztywniającymi 4a. Elementy robocze 2 (część pracująca ekranu) w tym przykładzie stanowią 13% całej powierzchni ekranu filtrującego 1.

Przykład 2

Przykładem realizacji wynalazku jest ekran filtracyjny 1, zbudowany jak w przykładzie pierwszym, przy czym składa się z trzydziestu siedmiu ażurowo umieszczonych frezowanych elementów roboczych 2, połączonych w siedem listew roboczych 3 – cztery listwy robocze 3 po cztery elementy robocze 2, cztery listwy robocze 3 po pięć elementów roboczych 2 oraz jedna listwa robocza 3 z jednym elementem roboczym 2. Elementy robocze 2 (część pracująca ekranu) w tym przykładzie stanowią 26% całej powierzchni ekranu filtrującego 1.

Przykład 3

Przykładem realizacji wynalazku jest ekran filtracyjny 1 zbudowany jak w przykładzie pierwszym, przy czym składa się z pięćdziesięciu pięciu ażurowo umieszczonych frezowanych elementów roboczych 2, połączonych w jedenaście listew roboczych 3 po pięć elementów roboczych 2 każdy. Elementy robocze 2 (część pracująca ekranu) w tym przykładzie stanowią 39% całej powierzchni ekranu filtrującego 1.

We wstępnej fazie badań, ekran w trzech wariantach konstrukcyjnych został poddany testom sprawności wychwytu cząstek aerozoli w warunkach rzeczywistych w zakładzie pracy produkującym materiały tekstylne. Za każdym razem, wszystkie elementy robocze były rozmieszczone równomiernie na całej powierzchni ekranu w taki sposób, by odległość między nimi wynosiła w zależności od badanego wariantu od 14,3 mm do 27,5 mm (w wariantcie 1 przy zastosowaniu 18 elementów roboczych), od 4,7 mm do 27,5 mm (w wariantcie 2 przy zastosowaniu 37 elementów roboczych), od 4,7 mm do 6,25 mm (w wariantcie 3 przy zastosowaniu maksymalnej liczby 55 elementów roboczych). Taki układ przestrzenny elementów roboczych sprawiał, że nawłosiona część pracująca ekranu stanowiła odpowiednio 13%, 26% i 39% całości jego powierzchni (rysunek 2).

W przypadku każdego z trzech testowanych wariantów, właściwy wariant ekranu był ustawiany na wprost pracującego (co najmniej 1 godzinę) krosna w hali tkalni. Za każdym razem ekran był umieszczany swą podstawą na trójnożnym drewnianym stojaku na wysokości 0,5 m nad powierzchnią podłogi (sięgając swym górnym brzegiem wysokości 1,5 m tak, by zasięgiem swego oddziaływania objąć strefę oddechową pracownika) i w odległości 0,5 m od pracującego krosna (rysunek 1). Sprawność wychwytu cząstek aerozoli ziarnistych i włóknistych przez ekran była określana na podstawie różnicy w stężeniach obu badanych aerozoli mierzonych w trakcie pracy krosna przed zainstalowaniem ekranu i po upływie 30 minut od momentu jego zainstalowania. Pomiaru obu badanych aerozoli były przeprowadzane z wykorzystaniem optycznych mierników cząstek i włókien. Pomiaru ziarnowe (charakterystyka wymiarowa) i ocena stężenia cząstek aerozolu ziarnistego uwalnianych do pomieszczenia tkalni przez pracujące krosno były prowadzone za pomocą 31-kanalowego optycznego miernika Grimma pozwalającego na pomiar całkowitej liczby cząstek o średnicach optycznych od 0,25 μm do 32 μm (model 11-A, GRIMM Aerosol Technik GmbH & Co. KG, Ainring, Niemcy). Równoległe z pomiarem aerozolu ziarnistego prowadzony był pomiar stężenia włókien respirabilnych za pomocą laserowego monitora włókien (model FM-7400, MSP Corporation, Shoreview, MN, USA). Otwory wlotowe dysz aspirujących obu mierników były zlokalizowane w odległości ~ 1 m od powierzchni podłogi oraz w odległości 0,5 m od zainstalowanego ekranu i skierowane ku jego centralnej części. W badanym zakładzie, pomiary aerozoli przeprowadzono dwukrotnie w 2 powtórzeniach. Wyniki pomiarów przedstawiono na rysunku 3.

Średnie stężenia cząstek (wraz z odchyleniami standardowymi, SD) aerozoli ziarnistego (liczone dla cząstek o średnicach optycznych powyżej 0,25 μm , czyli dla cząstek pyłowych oraz fragmentów i komórek wegetatywnych/spor/konidiów drobnoustrojów razem) oraz włóknistego (liczone dla włókien

respirabilnych) zmierzone w czasie testów przed i po wprowadzeniu „ekranu włóknistego” w strefę oddziaływania strugi powietrza, której źródłem było pracujące krosno wynosiły odpowiednio (rysunek 3):

- a) w wariancie 1: $1,51 \times 10^9$ (SD = $8,61 \times 10^7$) i $1,49 \times 10^9$ (SD = $1,05 \times 10^8$) cząstek/m³ oraz $1,38 \times 10^5$ (SD = $5,13 \times 10^4$) i $1,29 \times 10^5$ (SD = $4,55 \times 10^4$) włókien/m³;
- b) w wariancie 2: $1,50 \times 10^9$ (SD = $5,83 \times 10^7$) i $1,45 \times 10^9$ (SD = $1,40 \times 10^8$) cząstek/m³ oraz $1,13 \times 10^5$ (SD = $4,16 \times 10^4$) i $1,17 \times 10^5$ (SD = $4,71 \times 10^4$) włókien/m³;
- c) w wariancie 3: $1,44 \times 10^9$ (SD = $1,12 \times 10^8$) i $9,93 \times 10^8$ (SD = $3,17 \times 10^8$) cząstek/m³ oraz $1,19 \times 10^5$ (SD = $4,73 \times 10^4$) i $9,07 \times 10^4$ (SD = $2,98 \times 10^4$) włókien/m³.

Wyniki badań pokazały, że efektywny wychwyty cząstek aerozoli ziarnistego i włóknistego jest osiągnięty jedynie w sytuacji, gdy ażurowy układ elementów roboczych ma największą gęstość. Gdy w testowanym ekranie zastosowano 55 nawłosionych włosiem końskim elementów uzyskując ażur pokrywający 39% jego powierzchni (wariant 3), wychwyty cząstek obu badanych aerozoli przez ekran pozwolił zmniejszyć zanieczyszczenie środowiska pracy o 31,1% i 23,5% w odniesieniu do odpowiednio cząstek aerozolu ziarnistego i włókien. Analiza statystyczna potwierdziła te obserwacje zarówno dla cząstek aerozolu ziarnistego (stężenia przed i po wprowadzeniu ekranu w wariancie 3 – test *t*: $p < 0,00001$; w wariantach 1 i 2 – test *t*: $p > 0,05$), jak i włóknistego (w wariancie 3 – test *t*: $p < 0,05$; w wariantach 1 i 2 – test *t*: $p > 0,05$).

Testy wybranego pod kątem sprawności wychwyty cząstek wariantu ekranu w aspekcie wychwyty cząstek aerozoli ziarnistych, w tym i biologicznych, oraz włóknistych w warunkach rzeczywistego narażenia na wybranych stanowiskach pracy przeprowadzono w dwóch zakładach przemysłu tekstylnego. Oba badane zakłady posiadały wydziały tkalni, ale różniły się charakterem produkowanych w nich wyrobów. Zakład „A” koncentrował się głównie na produkcji tkanin szenilowych i poliestrowych wzbogaconych dodatkiem włókien naturalnych (w tym m.in. włókien bawełny), natomiast zakład „B” produkował głównie tkaniny techniczne. W obu zakładach pracy wybrany wariant ekranu został poddany badaniu sprawności wychwyty cząstek aerozoli. Jednakże w tym przypadku, ocena sprawności wychwyty cząstek aerozoli ziarnistych i włóknistych (przeprowadzona zgodnie z metodą opisaną powyżej) została uzupełniona o ocenę sprawności wychwyty cząstek aerozoli biologicznych tj. bakteryjnego i grzybowego.

W tym celu, równoległe z pomiarami miernikami optycznymi aerozoli ziarnistych i włóknistych, przeprowadzono pomiar bioaerozolu z wykorzystaniem impaktora typu MAS 100 NT (Merck, Darmstadt, Niemcy). Impaktor jest przystosowany do standardowych płytek Petriego o średnicy 90 mm. Dzięki dwu przepływowemu turbowentylatorowi, aspiruje on strumień powietrza przez metalową głowicę, w której znajduje się 300 otworów, każdy o średnicy 0,6 mm. Wewnątrz głowicy umieszcza się płytki Petriego z odpowiednim podłożem mikrobiologicznym. Strumień powietrza uderza o płytkę, a znajdujące się w nim drobnoustroje zostają zdeponowane na podłożu. Następnie płytki poddaje się inkubacji w temperaturze i czasie odpowiednim dla badanych grup mikroorganizmów. Po zliczeniu kolonii oraz uwzględnieniu objętości badanej próbki ustala się stężenie mikroorganizmów w jednostkach tworzących kolonię na 1 m³ powietrza (jtk/m³). Objętość aspirowanego powietrza (100 litrów) dostosowano do spodziewanego zanieczyszczenia mikrobiologicznego badanego środowiska pracy. Na badanych stanowiskach zastosowano 1-minutowy czas pobierania próbek. Pomiary bioaerozoli przeprowadzono według schematu opisanego powyżej dla aerozoli ziarnistych i włóknistych, tj. sprawność wychwyty cząstek aerozoli bakteryjnego i grzybowego przez „ekran” była określana na podstawie różnicy w stężeniach obu badanych aerozoli mierzonych w trakcie pracy krosna przed zainstalowaniem „ekranu” i po upływie 1 godziny od momentu jego zainstalowania. W czasie pomiarów aerozoli, otwory wlotowe dysz aspirujących wszystkich trzech mierników były zlokalizowane w odległości ~1 m od powierzchni podłogi oraz w odległości 0,5 m od zainstalowanego „ekranu” i skierowane ku jego centralnej części. W każdym z badanych zakładów, pomiary wszystkich trzech rodzajów aerozoli przeprowadzono dwukrotnie w 2 powtórzeniach.

W celu pobrania próbek aerozoli bakteryjnego i grzybowego zastosowano następujące podłoża mikrobiologiczne:

- a) agar tryptozowo-sojowy (Trypcase Soy Agar – TSA, bioMérieux, Marcy l’Etoile, Francja) z 5% dodatkiem odwłóknionej krwi baraniej,
- b) podłoże MEA (Malt Extract Agar; Merck KGaA, Darmstadt, Niemcy).

Podłoża zostały przygotowane zgodnie z instrukcjami podanymi przez ich producentów. Każdorazowo przed pomiarem była sprawdzana sterylność i jakość podłoży mikrobiologicznych poprzez inkubację w cieplarkach w temperaturach 22°C i 37°C wypełnionych pożywkami płytek Petriego oraz posiew na podłożach wybranych szczepów wzorcowych (*Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* Rosenbach

ATCC 6538, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 260, *Enterococcus faecalis* ATCC 19433, *Bacillus subtilis* subsp. *spizizenii* ATCC 6633, *Streptomyces albus* subsp. *albus* (Rossi-Doria) ATCC 3004, *Aspergillus versicolor* ATCC 9577, *Penicillium melinii* ATCC 10469, *Cladosporium cladosporioides* ATCC 58991, *Candida albicans* (Robin) Berkhout ATCC 10231), a następnie ich inkubację w temperaturze 37°C (bakterie) i 30°C (grzyby).

Z laboratorium do punktów pomiarowych w badanych zakładach oraz w drodze powrotnej płytki Petriego z podłożami mikrobiologicznymi były przewożone w pojemniku transportowym, którego dwuwarstwowa (termosowa) budowa zapewniała niezmienną (4°C) temperaturę w czasie transportu i zapobiegała ewentualnym fizycznym uszkodzeniom podłożu.

Po pobraniu materiału mikrobiologicznego, warunki inkubacji próbek powietrza przedstawiały się dla badanych grup mikroorganizmów następująco:

- a) bakterie: 1 dzień (37°C) + 3 dni (22°C) + 3 dni (4°C),
- b) grzyby: 4 dni (30°C) + 4 dni (22°C).

Wszystkie próbki inkubowano w warunkach tlenowych. Przedłużona inkubacja próbek w kierunku bakterii miała na celu umożliwienie wzrostu szczepom rosnącym wolno w niższym zakresie temperatur. Po okresie inkubacji, zliczeniu kolonii oraz uwzględnieniu objętości próbki wyznaczano stężenie mikroorganizmów w jednostkach tworzących kolonie w 1 m³ powietrza (jtk/m³). Otrzymany wynik przeliczano w oparciu o tablicę konwersyjną dołączoną do impaktora według następującego wzoru:

$$P_r = N[1/N + 1/(N-1) + 1/(N-2) + \dots + 1/(N-r + 1)]$$

gdzie:

- P_r – wynik po korekcie,
- N – liczba otworów w głowicy,
- r – wynik odczytu z płytki.

Testy sprawności wychwyty cząstek biologicznych pokazały, że efektywny wychwyty cząstek aerozoli ziarnistego i włóknistego jest osiągany w wariancie ekranu z przykładu 3 i ten właśnie wariant poddano testom w warunkach rzeczywistego narażenia na wybranych stanowiskach pracy w dwóch zakładach przemysłu tekstylnego. Średnie stężenia cząstek (wraz z odchyleniami standardowymi, SD) bioaerozoli razem (a), aerozoli bakteryjnego (b), grzybowego (c), ziarnistego (liczone dla cząstek o średnicach optycznych, $d_{opt.}$, powyżej 0,25 μm czyli dla cząstek pyłowych oraz fragmentów i komórek wegetatywnych/spor/konidiów drobnoustrojów razem (d), powyżej 0,8 μm czyli dla wyżej wymienionych cząstek, ale bez wolno zawieszonych w powietrzu submikronowych fragmentów komórek wegetatywnych/spor/konidiów drobnoustrojów (e) oraz powyżej 1,6 μm czyli dla cząstek, których wielkości optyczne korespondują z wielkościami średnic aerodynamicznych pojedynczych komórek wegetatywnych/spor/konidiów czy agregatów drobnoustrojowych lub drobnoustrojowo-pyłowych (f) oraz włóknistego (liczone dla włókien respirabilnych, g) zmierzone w czasie testów przed i po wprowadzeniu ekranu w strefę oddziaływania strugi powietrza, której źródłem były w każdym z badanych zakładów pracujące krosna wynosiły odpowiednio (rysunek 4):

W zakładzie „A”:

- a) $8,00 \times 10^2$ (SD = $1,19 \times 10^2$) i $3,10 \times 10^2$ (SD = $2,16 \times 10^1$) jtk/m³,
- b) $7,33 \times 10^2$ (SD = $7,80 \times 10^1$) i $2,10 \times 10^2$ (SD = $4,55 \times 10^1$) jtk/m³,
- c) $6,75 \times 10^1$ (SD = $4,35 \times 10^1$) i $4,50 \times 10^1$ (SD = $1,29 \times 10^1$) jtk/m³,
- d) $3,01 \times 10^8$ (SD = $2,07 \times 10^7$) i $2,74 \times 10^8$ (SD = $8,27 \times 10^6$) cząstek/m³,
- e) $5,88 \times 10^6$ (SD = $6,43 \times 10^5$) i $5,46 \times 10^6$ (SD = $3,58 \times 10^5$) cząstek/m³,
- f) $1,82 \times 10^6$ (SD = $2,39 \times 10^5$) i $1,72 \times 10^6$ (SD = $1,33 \times 10^5$) cząstek/m³,
- g) $1,25 \times 10^5$ (SD = $2,76 \times 10^4$) i $6,24 \times 10^4$ (SD = $2,56 \times 10^4$) włókien/m³.

W zakładzie „B”:

- a) $1,02 \times 10^3$ (SD = $1,51 \times 10^2$) i $3,85 \times 10^2$ (SD = $1,09 \times 10^2$) jtk/m³,
- b) $7,03 \times 10^2$ (SD = $1,56 \times 10^2$) i $1,73 \times 10^2$ (SD = $8,54 \times 10^1$) jtk/m³,
- c) $3,18 \times 10^2$ (SD = $2,21 \times 10^2$) i $2,13 \times 10^2$ (SD = $1,26 \times 10^2$) jtk/m³,
- d) $3,30 \times 10^8$ (SD = $1,85 \times 10^7$) i $3,08 \times 10^8$ (SD = $2,20 \times 10^7$) cząstek/m³,
- e) $7,46 \times 10^6$ (SD = $4,16 \times 10^5$) i $7,20 \times 10^6$ (SD = $3,70 \times 10^5$) cząstek/m³,
- f) $2,32 \times 10^6$ (SD = $2,38 \times 10^5$) i $2,10 \times 10^6$ (SD = $2,10 \times 10^5$) cząstek/m³,
- g) $1,20 \times 10^5$ (SD = $2,37 \times 10^4$) i $5,72 \times 10^4$ (SD = $2,97 \times 10^4$) włókien/m³.

Wyniki badań wykazały jednoznacznie, że w każdym z badanych zakładów zainstalowanie „ekranu włóknistego” efektywnie obniżało kontaminację powietrza cząstkami aerozoli ziarnistych, w tym

i biologicznych, oraz włóknistych. Porównanie stężeń aerozoli przed i po zainstalowaniu „ekranu” pozwoliło istotnie statystycznie zmniejszyć zanieczyszczenie środowiska pracy (w nawiasach podano wartości prawdopodobieństwa p w testach t , którymi dokonywano wyżej wymienionych porównań):

w zakładzie „A” – bioaerozolem o 61,3% ($p < 0,01$), w tym aerozolem bakteryjnym o 71,3% ($p < 0,01$), aerozolem grzybowym o 33,3% ($p > 0,05$), cząstkami aerozolu ziarnistego o $d_{opt.} > 0,25 \mu\text{m}$ o 8,9% ($p < 0,0001$), cząstkami aerozolu ziarnistego o $d_{opt.} > 0,8 \mu\text{m}$ o 7,2% ($p < 0,05$), cząstkami aerozolu ziarnistego o $d_{opt.} > 1,6 \mu\text{m}$ o 5,8% ($p < 0,05$) oraz aerozolem włóknistym o 50,1% ($p < 0,000001$);

w zakładzie „B” – bioaerozolem o 62,3% ($p < 0,01$), w tym aerozolem bakteryjnym o 75,4% ($p < 0,05$), aerozolem grzybowym o 33,1% ($p > 0,05$), cząstkami aerozolu ziarnistego o $d_{opt.} > 0,25 \mu\text{m}$ o 6,7% ($p < 0,05$), cząstkami aerozolu ziarnistego o $d_{opt.} > 0,8 \mu\text{m}$ o 3,4% ($p < 0,05$), cząstkami aerozolu ziarnistego o $d_{opt.} > 1,6 \mu\text{m}$ o 9,7% ($p < 0,05$) oraz aerozolem włóknistym o 47,7% ($p < 0,000001$).

W przypadku cząstek aerozolu ziarnistego, zwłaszcza tych o submikronowym zakresie średnic, na sprawność ich wychwytu przez „ekran” wpływ miała prędkość strugi powietrza w pobliżu pracujących krosien będące konsekwencją turbulencji powietrza związanych z charakterem wykonywanych czynności pracy oraz sposobu wentylacji hal produkcyjnych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Ekran filtracyjny, **znamienny tym**, że zbudowany jest z umiejscowionych równolegle listew roboczych (3), zbudowanych z ażurowo ułożonych elementów roboczych (2) stanowiących co najmniej 39% powierzchni ekranu połączonych z listwami mocującymi (4) połączeniem rozłącznym, połączonych ażurowo w sposób rozłączny z listwami usztywniającymi (4a), umiejscowionymi prostopadle do listew roboczych (3) zaś elementy robocze (2) wykonane są z materiału umożliwiającego wykonanie otworów (5), a strona pracująca elementu roboczego posiada od 0,13 do 2,38 otworu/cm² z nawłoseniem (6) z włosa naturalnego, o długości włosa 19–40 mm).
2. Ekran filtracyjny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elementy mocujące (4) wykonane są z aluminium.
3. Ekran filtracyjny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elementy usztywniające (4a) wykonane są z aluminium.
4. Ekran filtracyjny, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że połączeniem rozłącznym między listwami mocującymi (4a), a elementami roboczymi (2) jest połączenie śrubowe dociskowe.
5. Ekran filtracyjny, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że połączeniem rozłącznym między listwami usztywniającymi (4), a listwami roboczymi (3) jest połączenie śrubowe dociskowe.
6. Ekran filtracyjny, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elementy robocze (2) wykonane są z drewna.
7. Ekran filtracyjny, według zastrz. 6, **znamienny tym**, że drewnem jest drewno bukowe.
8. Ekran filtracyjny, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że strona robocza elementu roboczego (2) posiada 0,33 otworu/cm².
9. Ekran filtracyjny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że nawłosenie (6) wykonane jest z włosa naturalnego końskiego.
10. Ekran filtracyjny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że długość pracująca nawłosenia (6) wynosi trzydzieści mm.

Rysunki

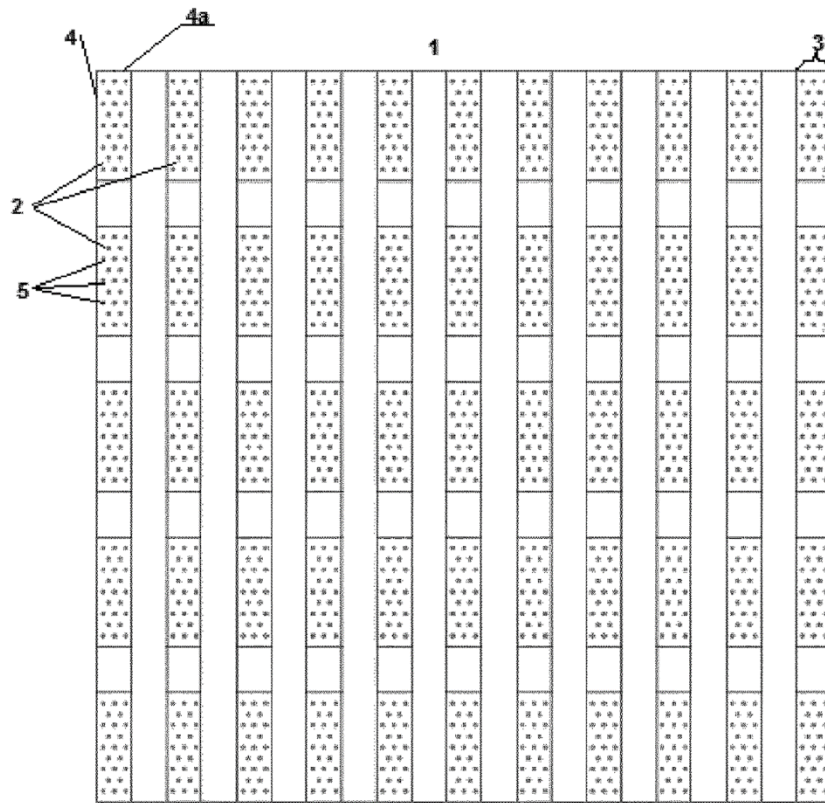


Fig.1

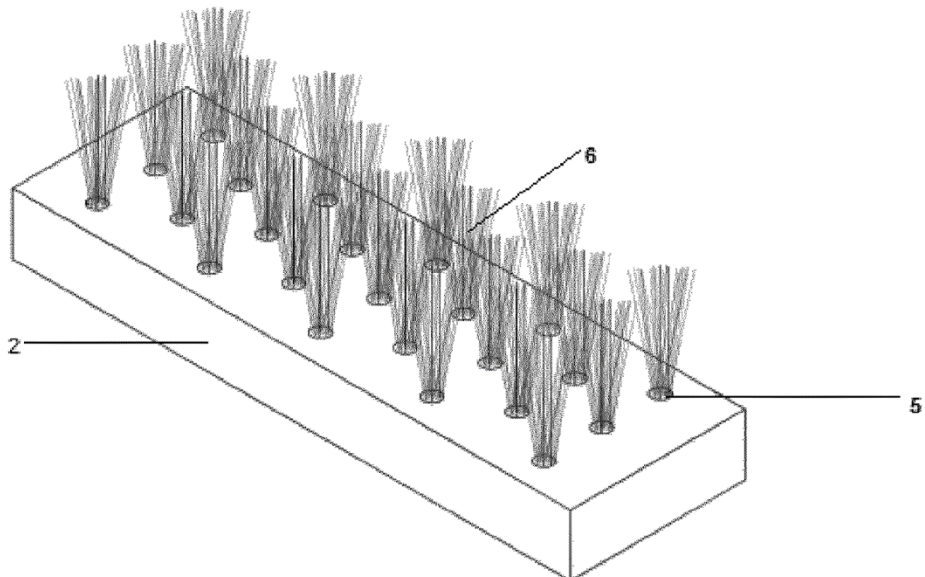


Fig.2

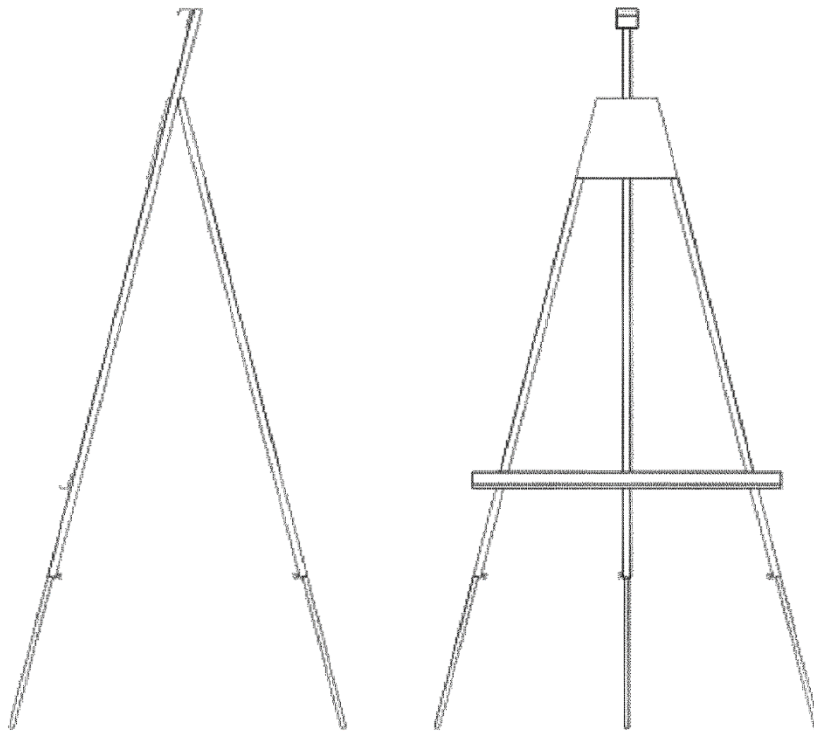


Fig.3

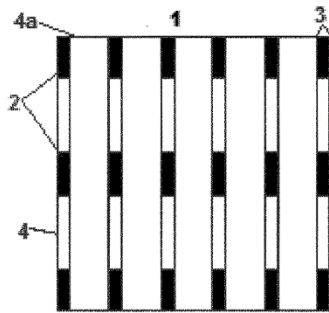


Fig. 4a

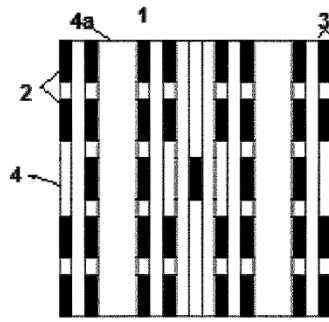


Fig4b

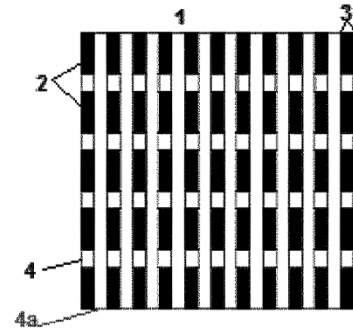


Fig4c



Fig. 5a

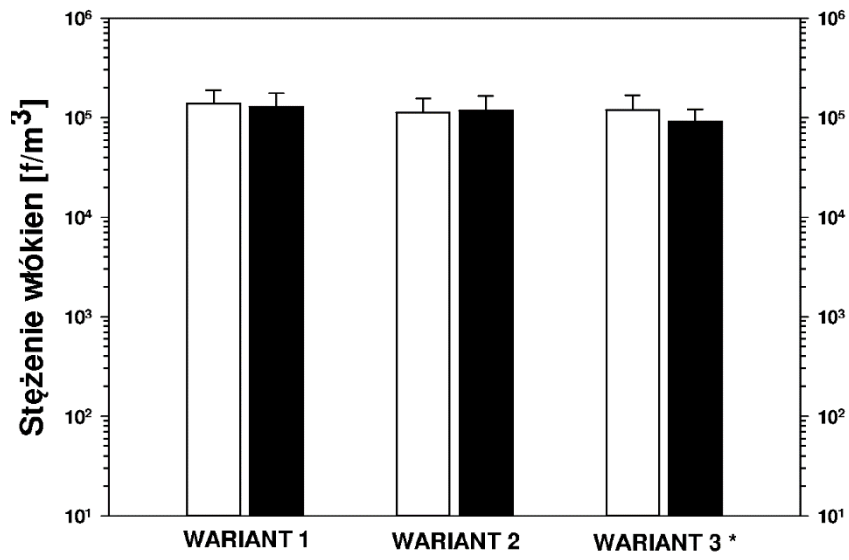


Fig. 5b

Zakład „A”

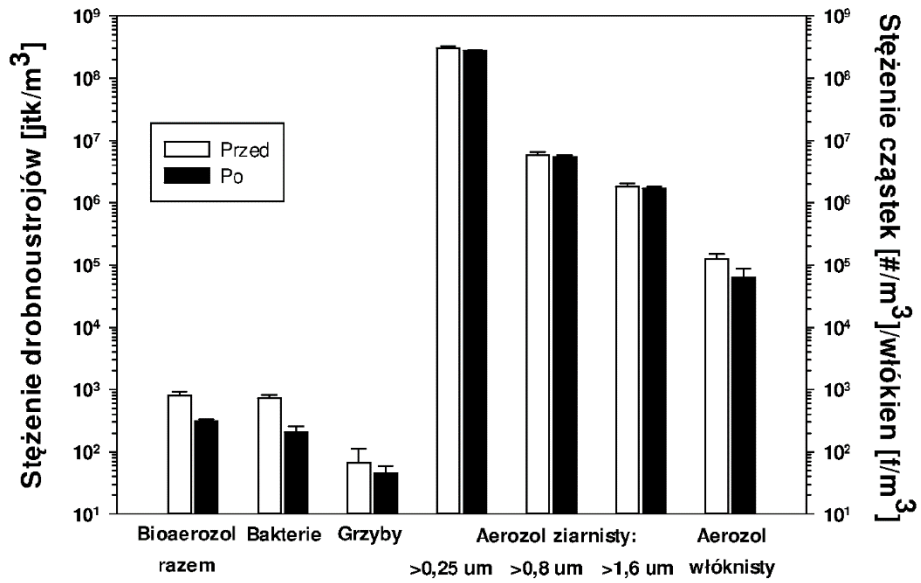


Fig. 6a

Zakład „B”

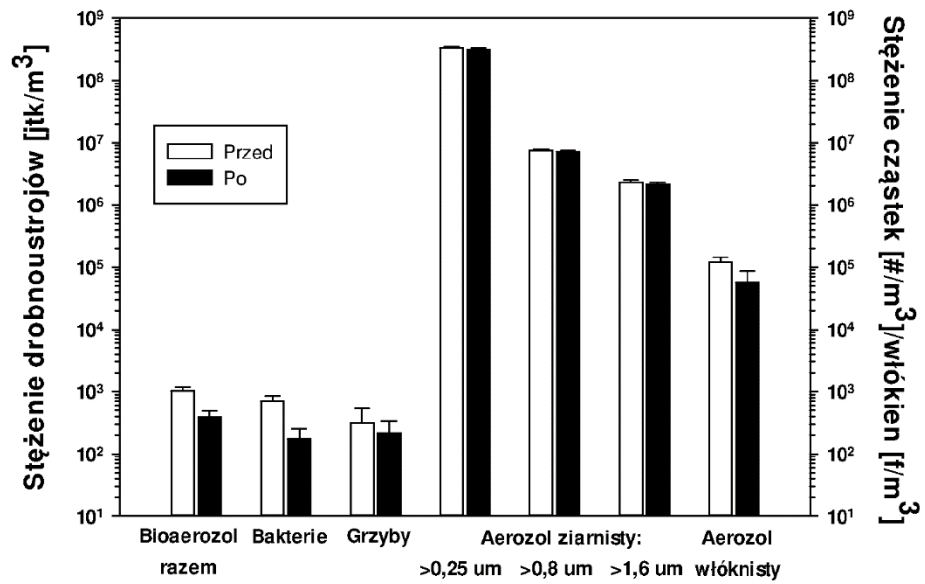


Fig. 6b