

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **203509**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **358546**

(22) Data zgłoszenia: **20.04.2001**

(86) Data i numer zgłoszenia międzynarodowego:

20.04.2001, PCT/US01/12939

(87) Data i numer publikacji zgłoszenia międzynarodowego:

01.11.2001, WO01/80973

PCT Gazette nr 44/01

(51) Int.Cl.

A24D 3/16 (2006.01)

(54) **Filtr papierosowy, papieros zawierający filtr i sposób wytwarzania filtra papierosowego**

(30) Pierwszeństwo:

20.04.2000,US,60/198,628

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

09.08.2004 BUP 16/04

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

30.10.2009 WUP 10/09

(73) Uprawniony z patentu:

**PHILIP MORRIS PRODUCTS, INC.,
Richmond,US**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**Lixin Luke Xue,Midlothian,US
Kent Brian Koller,Chesterfield,US
Qiong Gao,Great Neck,US**

(74) Pełnomocnik:

**Sierpińska Urszula, Rzecznik Patentowy,
PATPOL Sp. z o.o.**

PL 203509 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest filtr papierosowy, papieros zawierający filtr i sposób wytwarzania filtra papierosowego.

W znanych dotychczas filtrach dymu papierosowego stosowane były rozmaite materiały włókniste. Długo rozważano zastosowanie w tym celu octanu celulozy (acetylocelulozy) („CA”). Wybór materiałów ograniczony jest jednak przez konieczność dopasowania do różnych wymagań komercyjnych. Bardzo ważną cechą jest wydajność filtrowania, to znaczy zdolność do selektywnego usuwania lub redukowania niepożądanych składników dymu papierosowego.

W celu osiągnięcia właściwej wydajności filtrowania, do filtrów papierosowych wprowadzano takie materiały, jak np. węgiel. Obecnie stosowanym sposobem wprowadzania materiałów adsorbujących do filtrów papierosowych jest fizyczne schwytywanie cząstek adsorbentu pomiędzy włóknami CA. Wielkość cząstek materiałów, stosowanych w stanie techniki leży generalnie w zakresie od 500 do około 1500 mikronów średnicy. W celu uzyskania zadowalającej spójności produktu i akceptowalnego spadku ciśnienia, w konstrukcji takiego filtra nie mogłyby być stosowane mniejsze cząstki. Ponadto odkryto, iż adsorbenty tracą swą aktywność pod wpływem trójacetyny, plastyfikatora stosowanego jako spoiwo włókien CA.

Lepszym i kosztowniejszym rozwiązaniem jest umieszczenie określonych materiałów we wnęce pomiędzy wkładkami z włókien CA w konstrukcji filtra typu wkładka/przestrzeń/wkładka (P/S/P), w celu ograniczenia wpływu wywieranego przez spoiwo na adsorbent. Dla utrzymania spadku ciśnienia na filtrze w dopuszczalnych granicach, stosowane są generalnie grube materiały granulowane o wielkości, odpowiadającej numerowi sita od około 10 do około 60. Uzyskano dłuższy czas składowania adsorbentu, ale skuteczność filtrów ograniczona była przez stosunkowo dużą wielkość stosowanych cząstek. Drobniejsze cząstki adsorbenta o krótszych wewnętrznych ścieżkach dyfuzji i większych polach powierzchni aktywnych nie mogą być stosowane bezpośrednio w tej konfiguracji ze względu na nadmierny spadek ciśnienia.

Materiały adsorbujące/absorbujące o mniejszej wielkości cząstek odznaczają się w ogólności większą kinetyką reakcji z ze składnikami fazy gazowej, ze względu na ich krótsze ścieżki dyfuzji do wewnętrznej powierzchni takich materiałów porowatych oraz wewnętrznej objętości takich materiałów absorpcyjnych. Wiadomo było, że zastosowanie mniejszych cząstek adsorbenta o krótszych ścieżkach dyfuzyjnych pozwala na wytwarzanie filtrów o lepszej kinetyce i pojemności w zastosowaniach filtracji fazy gazowej.

Odkryto, że do utrzymywania materiału adsorbenta/absorbenta w miejscu jest pożądane włókno z otwartymi lub półotwartymi mikrownękami. Stosowane tutaj określenie „wnęki półotwarte” oznacza wnęki, które posiadają otwory o wielkości mniejszej niż wewnętrzna objętość włókna, w którym są one uformowane, a także takie, które posiadają zdolność pułapkowania drobnych cząstek stałych w swej wewnętrznej objętości. Określenie „wnęki otwarte” oznacza, że otwór ma takie same lub większe wymiary niż wewnętrzna objętość włókna, w którym jest uformowany.

Zgłoszenie US 5 509 430 dotyczy polimerowych włókien dwuskładnikowych oraz wytwarzania filtrów dymu tytoniowego z włókien dwuskładnikowych, zawierających rdzeń z niezbyt kosztownego polimeru termoplastycznego o dużej wytrzymałości oraz możliwą do sklejenia osłonę z pewnego materiału. Istnieje potrzeba opracowania udoskonalonego filtra, który odznacza się lepszą skutecznością w selektywnym usuwaniu lub redukowaniu niepożądanych składników z dymu papierosowego.

Zgłoszenie patentu na rzecz Tsukamoto, opisuje filtr papierosowy. Filtr papierosowy zawiera moduł filtra, integralnie połączony z odcinkiem papierosa. Moduł filtra uformowany jest poprzez połączenie w wiązkę, przynajmniej jednego absorpcyjnego włókna syntetycznego, wybranego z grupy, składającej się z 1) włókien polimeru szczepionego, wytworzonych z napromieniowanego polipropylenu poddanego reakcji ze styrenem w fazie gazowej i zawierającego adsorpcyjne grupy funkcjonalne, 2) włókien węgla aktywnego, 3) włókien naładowanego elektretu, a także 4) włókien magnetycznego tworzywa sztucznego, a następnie cięcie połączonych włókien do uzyskania założonej długości. Tsukamoto nie ujawnia jednakże, iż włókna 1) posiadają mikrownęki, ani 2) że w tych mikrownękach umieszczony jest węgiel.

Zgłoszenie USA nr 5 057 368 opisuje profilowane włókna z mikrownękami, które są wielolistkowe, na przykład trój listkowe albo czterolistkowe. Inne patenty USA, które ujawniają włókna są to patenty USA nr-y 5 902 384, 5 744 236, 5 704 966 oraz 5 713 971. Dodatkowo, zgłoszenia US 5 244 614 oraz 4 858 629 także ujawniają włókna wielolistkowe. Nie ujawnia się jednakże w powyższych

patentach, aby włókna te mogły być stosowane w filtrach papierosowych. Patenty US 5 356 704 oraz US 5 275 859 na rzecz Eastman Chemical Company również ujawniają filtry papierosowe.

Określenia „adsorbent” lub „absorbent” rozumiane są w niniejszym jako zdolność materiału do wchłaniania lub przyjmowania składników gazowych na powierzchni lub w głębi tego materiału.

Celem wynalazku jest selektywne ograniczenie ilości pewnych związków w strumieniu dymu papierosowego poprzez opracowanie wydajnego filtra, zawierającego adsorbenty i/lub absorbenty o mniejszej wielkości cząstki niż jest to zwykle stosowane przy wytwarzaniu filtrów papierosowych, a więc dostarczenie wysokowydajnych filtrów, służących do selektywnego ograniczenia niektórych gazowych składników dymu tytoniowego, takich jak aldehydy, dieny, benzen, toluen oraz cyjanek wodoru, przy minimalnej reakcji z fazą cząsteczkową i przy zachowaniu pożądanego spadku ciśnienia.

Filtr papierosowy zawierający włókno, według wynalazku charakteryzuje się tym, że włókno zawiera półotwarte mikrownęki, które są wypełnione węglem i/lub amorficznym żelazem krzemionkowym.

Włókno korzystnie jest włóknem trój listkowym, względnie czterolistkowym.

Stosunek ilości węgla i/lub amorficznego żelaza krzemionkowego względem włókna wynosi od około 1% do 150% wagowo.

Stosunek ilości węgla i/lub amorficznego żelaza krzemionkowego do włókna wynosi około 20 - 80% wagowo.

Włókno korzystnie jest impregnowane włóknem węgla kokosowego, posiadającym współczynnik wypełnienia około 50%.

Włókno posiada mikrownęki o wielkości około 3 denier na mikrownękę włókna, zaś węgiel i/lub amorficzny żelaz krzemionkowy mają wielkość cząstek od około 1 do 15 mikrometrów.

Filtr nie zawiera lepiszczy ani plastyfikatorów ani też zasadniczo nie zawiera lepiszczy ani plastyfikatorów.

Włókno korzystnie jest wypełnione amorficznym żelazem krzemionkowym oraz włóknem węgla kokosowego.

Papieros z filtrem, mający budowę typu wkładka/przestrzeń/wkładka, zawierający wkładkę dolną, przestrzeń, wkładkę górną oraz tytoń, według wynalazku charakteryzuje się tym, że filtr zawiera włókno zawierające półotwarte mikrownęki, które są wypełnione węglem i/lub amorficznym żelazem krzemionkowym i jest załadowany w przestrzeni, przy czym wkładka dolna, filtr znajdujący się w przestrzeni, wkładka górna oraz tytoń są otoczone owijką.

Papieros z filtrem mający budowę typu wkładka/przestrzeń, zawierający przestrzeń, wkładkę górną i tytoń, według wynalazku charakteryzuje się tym, że filtr zawiera włókno, zawierające półotwarte mikrownęki, które są wypełnione węglem i/lub amorficznym żelazem krzemionkowym, i jest załadowany w przestrzeni, przy czym filtr znajdujący się w przestrzeni, wkładka górna oraz tytoń są otoczone owijką.

Sposób wytwarzania filtra papierosowego, zawierającego włókno, według wynalazku charakteryzuje się tym, że stosuje się włókno zawierające półotwarte mikrownęki wypełnione węglem i/lub amorficznym żelazem krzemionkowym, przy czym węgiel i/lub amorficzny żelaz krzemionkowy poddaje się mechanicznemu mieszanii z włóknem, tak iż węgiel i/lub amorficzny żelaz krzemionkowy zostają zamknięte w mikrownękach.

Druga postać wykonania sposobu wytwarzania filtra papierosowego, zawierającego włókno, według wynalazku charakteryzuje się tym, że stosuje się włókno zawierające półotwarte mikrownęki wypełnione węglem i/lub amorficznym żelazem krzemionkowym, i stosuje się etap elektrostatycznego oddziaływania włókna z węglem i/lub amorficznym żelazem krzemionkowym, tak iż węgiel i/lub amorficzny żelaz krzemionkowy zostają zamknięte w mikrownękach.

Druga postać wykonania filtra papierosowego zawierającego włókno, według wynalazku charakteryzuje się tym, że włókno zawiera otwarte mikrownęki, które są wypełnione węglem i/lub amorficznym żelazem krzemionkowym.

Włókno korzystnie jest włóknem trój listkowym, względnie czterolistkowym.

Stosunek ilości węgla i/lub amorficznego żelaza krzemionkowego względem włókna wynosi od około 1% do 150% wagowo.

Stosunek ilości węgla i/lub amorficznego żelaza krzemionkowego do włókna wynosi około 20 - 80% wagowo.

Włókno korzystnie jest impregnowane włóknem węgla kokosowego, posiadającym współczynnik wypełnienia około 50%.

Włókno posiada mikrownęki o wielkości około 3 denier na mikrownękę włókna, zaś węgiel i/lub amorficzny żelaz krzemionkowy mają wielkość cząstek od około 1 do 15 mikrometrów.

Filtr nie zawiera lepiszczy ani plastifikatorów ani też zasadniczo nie zawiera lepiszczy ani plastifikatorów.

Włókno korzystnie jest wypełnione amorficznym żelem krzemionkowym oraz włóknem węgla kokosowego.

Papieros z filtrem, mający budowę typu wkładka/przestrzeń/wkładka, zawierający wkładkę dolną, przestrzeń, wkładkę górną oraz tytoń, według wynalazku charakteryzuje się tym, że filtr zawiera włókno zawierające otwarte mikrownęki, które są wypełnione węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym, i jest załadowany w przestrzeni, przy czym wkładka dolna, filtr znajdujący się w przestrzeni, wkładka górna oraz tytoń są otoczone owijką.

Papieros z filtrem mający budowę typu wkładka/przestrzeń, zawierający przestrzeń, wkładkę górną i tytoń, według wynalazku charakteryzuje się tym, że filtr zawiera włókno, zawierające otwarte mikrownęki, które są wypełnione węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym, i jest załadowany w przestrzeni, przy czym filtr znajdujący się w przestrzeni, wkładka górna oraz tytoń są otoczone owijką.

Sposób wytwarzania filtra papierosowego, zawierającego włókno, według wynalazku charakteryzuje się tym, że stosuje się włókno zawierające otwarte mikrownęki wypełnione węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym, przy czym węgiel i/lub amorficzny żel krzemionkowy poddaje się mechanicznemu mieszaniu z włóknem, tak iż węgiel i/lub amorficzny żel krzemionkowy zostają zamknięte w mikrownękach.

Druga postać wykonania sposobu wytwarzania filtra papierosowego, zawierającego włókno, według wynalazku charakteryzuje się tym, że stosuje się włókno zawierające otwarte mikrownęki wypełnione węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym, i stosuje się etap elektrostatycznego oddziaływania włókna z węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym, tak iż węgiel i/lub amorficzny żel krzemionkowy zostają zamknięte w mikrownękach.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok z boku w przekroju poprzecznym, filtra typu wkładka/przestrzeń/wkładka (P/S/P), przymocowanego do papierosa w charakterze przykładu jednej z konstrukcji filtra papierosowego według wynalazku, fig. 2 - widok z boku w przekroju poprzecznym, filtra typu wkładka/przestrzeń (P/S), przymocowanego do papierosa w charakterze przykładu jednej z konstrukcji filtra papierosowego według wynalazku, fig. 3 - powiększony widok z boku trój listkowego włókna, będącego przykładem włókien posiadających półotwarte mikrownęki, które mogą być stosowane w filtrze według wynalazku, fig. 4 powiększony widok z boku czterolistkowego włókna, będącego przykładem włókien posiadających półotwarte mikrownęki, które mogą być stosowane w filtrze według wynalazku, fig. 5 powiększony widok z fig. 1 według wynalazku, fig. 6 - wykres, ukazujący wydajność filtra, wykonanego z gęsto upakowanych proszków w filtrze typu wkładka/przestrzeń/wkładka, nie zatrzymywanych przez włókna z mikrownękami, fig. 7 - wykres, ukazujący względną wydajność filtrowania filtra papierosowego według wynalazku, fig. 8 - powiększony widok z boku trójlistkowego włókna, które służy jako przykład włókien, posiadających mikrownęki, które mogą być wykorzystane w wynalazku, fig. 9 - powiększony widok z boku czterolistkowego włókna, które służy jako przykład włókien, które mogą być wykorzystywane na potrzeby wynalazku, fig. 10 - włókno, które posiada otwarte wnęki według wynalazku, fig. 11 ilustrację wpływu żelu APS w filtrze CA na ilość HCN podawanego w kolejnych zaciągnięciach się dymem, fig. 12 ilustrację wpływu żelu APS w filtrze CA na ilość AA w kolejnych wydmuchach dymu, fig. 13 - porównanie wydajności filtra PP 4DG na zawartość AA w kolejnych wydmuchach dymu, fig. 14 - porównanie wydajności filtra PP 4DG na zawartość HCN w kolejnych wydmuchach dymu, fig. 15 - porównanie wydajności filtra PP 4DG na zawartość izoprenu w kolejnych wydmuchach dymu, fig. 16 - porównanie wydajności filtra PP 4DG na zawartość MeOH w kolejnych wydmuchach dymu, a fig. 17 - wpływ składu cząstek na współczynnik wypełnienia włókna PP-4DG.

Na fig. 1 i 2 zilustrowano dwa przykłady wysokowydajnych filtrów papierosowych według wynalazku. Z łatwością można zauważyć, że zakres tego wynalazku nie jest ograniczony do tych dwóch konstrukcji filtra. Wręcz przeciwnie, zakres wynalazku obejmuje alternatywne konfiguracje papierosów, które zawierają opisane w niniejszym, impregnowane adsorbentem/absorbentem włókna, znajdujące się w każdej części papierosa, która może reagować ze strumieniem dymu.

Na fig. 1 przedstawiono widok z boku w przekroju poprzecznym, ukazując filtr typu wkładka/przestrzeń/wkładka (P/S/P), przymocowany do papierosa 10. Papieros 10 zawiera połączone z sobą wkładkę dolną 12, przestrzeń 14 oraz wkładkę górną 16. Pożądane jest, aby wkładka dolna 12 wykonana była z włókien CA lub innego materiału, nadającego się w to miejsce filtra papierosowego. Wkładka górna 16 może być taka sama lub różna od wkładki dolnej 12. Pałeczka tytoniu 18 połączona

jest z wkładką górną 16 za pośrednictwem bibuły końcówkowej, jak jest to dobrze znane w tej dziedzinie. W przestrzeni 14 umieszczona jest pewna ilość mikrowłóknowych włókien 22, impregnowanych materiałem adsorbenta/absorbenta 23. W niniejszym nieograniczającym przykładzie, włókna 22 posiadają otwarte lub półotwarte mikrowłókna, do których to włókien należą, ale bez ograniczenia do nich, włókna o profilu wielolistkowym, jak opisano w zgłoszeniu „368” oraz US 5 509 430. Dwa przykłady odpowiednich włókien 22 przedstawiono na fig. 3 i 4. Nieograniczającym przykładem takiego włókna jest włókno TRIAD™ firmy Honeywell, posiadające ułamkową wewnętrzną objętość pustej przestrzeni o wartości od około 0,5 do około 0,6. Włókna te zdolne są do mechanicznego lub elektrostatycznego pułapkowania drobnych cząstek wewnątrz swych kanałów mikrowłóknowych. Włókna o profilu wielolistkowym, posiadające końcowe zaślepki, uważane są za włókna z wnękami półotwartymi (patrz fig. 3 i 4). Włókna wielolistkowe bez końcowych zaślepek uważane być mogą za włókna o wnękach otwartych (patrz fig. 8, 9 i 10). Włókna te mogą być zbudowane z dowolnego materiału, nadającego się do zastosowania w papierosie. W korzystnym przykładzie wykonania włókna zbudowane są z polipropylenu („PP”). W praktycznej realizacji niniejszego wynalazku wykorzystywane mogą być inne włókna mikrowłóknowe o tych samych parametrach roboczych. Przykładem innych włókien są włókna opisane powyżej, na przykład włókna firmy Eastman Chemical Company.

Do drobnych cząstek adsorbenta/absorbenta 23, nadających się do zastosowania w niniejszym wynalazku należą cząstki, które mają zdolność do reagowania lub zatrzymywania wybranych składników dymu papierosowego. Do takich materiałów adsorbujących, nie ograniczająco, należą węgle, tlenki glinowe, krzemiany, sita molekularne, zeolity, a także cząstki metali. Stosowane proszki węglowe mogą być na bazie drewna, węgla lub skorupki orzechów kokosowych lub też mogą być otrzymane z dowolnego innego materiału węglowego. Ewentualnie, stały proszek poddany może zostać działaniu pożądanych środków chemicznych, tak aby zmodyfikować powierzchnię cząstek w celu włączenia jakiejś szczególnej grupy funkcjonalnej lub struktury funkcjonalnej.

Proszek węglowy na bazie skorupy orzecha kokosowego firmy Pica oraz sproszkowany aminopropyl-sililowy (APS) żel krzemionkowy są przykładami cząstek adsorbenta/absorbenta 23, wykorzystywanych do wytworzenia impregnowanych włókien według wynalazku. Jednym sposobem przygotowania impregnowanych włókien jest użycie pewnej nadmiernej ilości cząstek adsorbenta/absorbenta 23. Cząstki adsorbenta 23 są najpierw mieszane mechanicznie z włóknem 22 w pewnej zamkniętej objętości. Nadmiar cząstek 23 jest usuwany przy zastosowaniu dowolnych, konwencjonalnych środków, takich jak na przykład wydmuchiwanie strumieniem powietrza lub rozdzielanie przy użyciu sita, na przykład sita o numerze #70. Powstałe impregnowane włókna będą zatem odznaczały się współczynnikiem zapelnienia (LF), zdefiniowanym jako stosunek masy materiału w mikrowłóknach włókien, podzielonej przez masę samych włókien. Współczynnik zapelnienia może być wyrażony jako procent lub liczba dziesiętna. W praktycznej realizacji niniejszego wynalazku współczynnik zapelnienia może zmieniać się w szerokich granicach, przyjmując wartość większą lub mniejszą niż 1,0 (w przypadku, gdy wyrażony jest w liczbach dziesiętnych), zależnie od stosowanych materiałów adsorbenta/absorbenta.

Współczynnik zapelnienia może zmieniać się od około 1% do około 150%. Korzystniej, współczynnik zapelnienia wynosi pomiędzy około 20% a około 80%. Jeszcze korzystniej, dla proszku węglowego na bazie orzecha kokosowego firmy Pica, współczynnik zapelnienia wynosi około 50%.

Rozmiar cząstek węgla wynosi korzystnie od około 1 mikrona do około 50 mikronów. Cząstki 23 utrzymywane są w otwartych lub półotwartych mikrowłóknach profilowanych włókien 22 w wyniku mechanicznej lub elektrostatycznej interakcji, unikając przez to wystawienia na działanie spoiw lub plastifikatorów, stosowanych w procesach wytwarzania filtrów papierosowych. Nie ma potrzeby stosowania spoiw czy plastifikatorów w celu uzyskania przylegania cząstek do włókien. W przykładach tych, włókna 22, impregnowane cząstkami 23 są następnie umieszczane w przestrzeni 14 papierosa z filtrem typu wkładka/przestrzeń/wkładka, po czym zagęszczane do pewnej gęstości w celu uzyskania pożądanego rezultatu filtrowania wybranych składników fazy gazowej dymu, takich jak aldehydy, dieny, benzen, toluen oraz cyjanek wodoru. Obwoluta 20 owija pałeczkę tytoniu 18, wkładkę górną 16, przestrzeń 14, impregnowane włókno 22 oraz wkładkę dolną 12.

Na fig. 2 zilustrowano alternatywny przykład wykonania filtra papierosowego o budowie typu wkładka/przestrzeń. Papieros 10a posiada wkładkę dolną 12 oraz przestrzeń 14. W przestrzeni 14 znajduje się włókno 22 impregnowane materiałem adsorbenta/absorbenta 23.

Do praktyki niniejszego wynalazku należy także zastosowanie innych konstrukcji wieloskładnikowych. Włókno 22, impregnowane materiałem adsorbenta 23 działa jako składnik filtrujący i może

być umieszczone w dowolnym miejscu papierosa, które jest odsłonięte na przepływ dymu, takim jak na przykład miejsce położenia wkładek 12 i 16.

Na fig. 3 i 4 zilustrowano dwa przykłady półotwartych włókien mikrowłóknowych, które są użyteczne w praktycznej realizacji niniejszego wynalazku, jak opisane w patencie „368”.

Fig. 5 stanowi powiększenie fig. 1 i zilustrowano na niej wielolistkowe włókna o półotwartych mikrowłókna, impregnowane drobnymi cząstkami adsorbenta/absorbenta 23 w konfiguracji typu wkładka/przestrzeń/wkładka.

Na fig. 6 przedstawiono wykres, ukazujący wydajność filtra pod względem oporów przepływu (opisywanych także jako „rezystancja przepływu” (RTD)) filtra papierosowego typu P/S/P, zbudowanego przy użyciu technologii zagęszczania proszku, znanej ze stanu techniki. Papierosy zbudowano przy zastosowaniu zarówno proszku węglowego, krzywa 60, jak i żelu krzemionkowego APS, krzywa 62. Wykres ten ilustruje filtrację pod względem oporów przepływu, wyrażoną w procentowej redukcji metanu (CH_4) w funkcji wypełnienia filtra w miligramach. Metan nie reaguje z materiałami filtrującymi i wykorzystywany jest jako wskaźnik „wewnętrznego standardu” całkowitej ilości dostarczanej ilości fazy gazowej dymu, a także jako podstawa selektywnej filtracji składników gazowych. Jest to pomysł podobny do zastosowania całkowitej materii cząsteczkowej („TPM”) w charakterze wskaźnika całkowitej ilości fazy cząsteczkowej dymu. To znaczy, papieros P/S/P przygotowany został z całkowicie pustą przestrzenią pomiędzy wkładkami. Ilość podawanego metanu w tym papierosie porównywana była z ilością w papierosie, zawierającym pewną ilość sypkiego proszku adsorbenta/absorbenta, umieszczonego w przestrzeni pomiędzy wkładkami. Ów drugi papieros wykazywał w ogólności pewną redukcję ilości metanu w porównaniu z pierwszym papierosem. Jednakże, jak zostanie to opisane poniżej, przy bardzo małych zawartościach dodanego proszku adsorbenta/absorbenta, drugi papieros nie wykazuje faktycznie żadnej redukcji zawartości metanu.

Im większa jest redukcja metanu w głównym strumieniu dymu, tym większy jest obserwowany współczynnik rezystancji przepływu RTD, wskazując raczej na całościową redukcję dymu niż selektywną filtrację pewnych składników dymu.

W celu uzyskania danych, pokazanych na fig. 6, wykorzystano 2280 sztuk eksperymentalnych papierosów z filtrem typu P/S/P. W celu opisanie alternatywnych konstrukcji filtra, w tabelach danych stosowana jest następująca nomenklatura. Oznaczenie „P1” odnosi się do wkładki dolnej a oznaczenie „P2” do wkładki górnej. Pomiędzy tymi dwiema wkładkami P1, P2 znajduje się przestrzeń „S”, która wypełniona jest pewnym materiałem. Dla różnych impregnowanych i nieimpregnowanych materiałów włóknistych wykorzystywanych w tej przestrzeni stosowane były następujące oznaczenia:

Oznaczenie	Opis
F	Nieimpregnowane włókno mikrowłóknowe
F(C)	Włókno mikrowłóknowe impregnowane węglem
F(APS)	Włókno mikrowłóknowe impregnowane żelą APS

Oznaczenie „P1/F(C)/P2” odnosi się zatem do konstrukcji filtra typu P/S/P, w którym przestrzeń pomiędzy wkładkami wypełniona jest włóknem mikrowłóknowym, które jest impregnowane węglem. Oznaczenie „P1/F(C)” odnosi się zatem do konstrukcji filtra typu wkładka/przestrzeń, w którym wkładka umieszczona jest w sąsiedztwie przestrzeni, zawierającej włókna mikrowłóknowe, impregnowane węglem.

W celu uzyskania danych zilustrowanych na fig. 6, wkładki P1 i P2 posiadały średnicę 7,5 mm oraz długości odpowiednio 14,5 mm i 8 mm. Masy wkładek P1 i P2 wynosiły odpowiednio około 77 i 45 mg. Proszki umieszczone były w cylindrycznej przestrzeni pomiędzy tymi dwiema wkładkami, które mają rozmiar około 7,5 mm (gęstości optycznej) x 4,5 mm. Papierosy palone były zgodnie z warunkami określonymi przez Federalną Komisję Handlu (FTC), a do pomiaru ilości metanu wykorzystywany był własny system wykrywania nierozpuszczalnej pozostałości (IR). Do eksperymentów wykorzystywano kokosowy węgiel firmy Pica o numerze #99-2-3 ze średnią średnicą cząstki około 10 mikrometrów, a żel krzemionkowy APS był mielonym żelą krzemionkowym o specyficznej obróbce powierzchniowej ze średnią średnicą cząstki około 5 mikrometrów. Pole powierzchni krzemionkowego żelu APS wynosiło około 300 m²/g, a pole powierzchni węgla aktywnego około 2000 m²/g.

Na podstawie wyników, pokazanych na fig. 6, można zauważyć, że gdy wypełnienie cząstkami wynosi 40 mg lub mniej, strumień dymu przechodził przez przestrzeń pomiędzy wkładkami bez wystarczającej interakcji z materiałami adsorbentów/-absorbentów. W celu uzyskania lepszej interakcji, do przestrzeni tej wprowadzono większą ilość proszku. Zarówno pył węglowy firmy Pica jak i mielone próbki żelu krzemionkowego APS wykazywały redukcję metanu, jeśli ich zawartości wynosiły więcej

niż 50 mg. Ponownie, w eksperymentach tych sproszkowane materiały adsorbentów/absorbentów spoczywają na dnie przestrzeni między wkładkami, tak iż powyżej proszku powstawała pusta przestrzeń. Taka pusta przestrzeń umożliwiłaby przejście dymu z mniejszą niż pożądana skutecznością filtrowania.

Wyniki innej rundy eksperymentów, prowadzonych tylko dla 25 mg proszku pomiędzy wkładkami, zilustrowano w tabeli 1. W przykładach tych wyeliminowano każdą wolną przestrzeń powyżej proszku, po ściśnięciu z sobą obydwu wkładek P1 i P2 wewnątrz struktury filtra, tak aby zagęścić proszek między wkładkami. W przykładzie 3 dodano dodatkowy odcinek wkładek CA po zagęszczeniu wkładek o proszek. W obydwu przypadkach zaobserwowano stosunkowo duży poziom redukcji metanu. Podczas gdy mała wielkość cząstek jest pożądana ze względu na wyższą kinetykę filtracji, to jednak niewielkie cząstki mają skłonność do gęstego upakowania i blokowania przepływu dymu.

T a b e l a 1.

Przykład	Rodzaj filtra	X oznacza węgiel	X oznacza APS
1	P1/S(X)/P2 bez włókna	-1%	-7%
2	S/P1/x/P2	94%	24%
3	P/P1/x/P2	94%	31%
4	P2/F(x)	3%	-1%
5	P2/F(x)*	-3%	-1%

W celu rozwiązania opisanych wyżej problemów, związanych ze stosowaniem niewielkich cząstek w filtrach papierosowych, niniejszy wynalazek wykorzystuje włókna, zawierające otwarte lub półotwarte mikrownęki, w celu zatrzymania takich niewielkich cząstek adsorbentów/absorbentów. Drobne cząstki materiałów adsorbentów/absorbentów są wpięrowane do wnętrza mikrownęk włókien, po czym zaimpregnowane włókna wprowadzane są w pewien określony sposób do filtra papierosowego. Drobne cząstki mogą być równomiernie rozłożone w filtrze papierosowym w celu oddziaływania ze strumieniem dymu bez powodowania zauważalnego oporu przepływu, wynikającego z ciasnego upakowania drobnych cząstek. Jak pokazano w tabeli 2, 25 mg proszków, takich jak węgiel lub żel krzemionkowy APS, wprowadzone do około 100 mg włókien z półotwartymi mikrownękami o konfiguracji P/F(x), co dało znacznie większy stopień filtracji acetaldehydu i cyjanowodoru niż konfiguracja P/S(x)/P bez takich wypełnionych włókien mikrownękowych, podczas gdy w przykładach tych nie nastąpiła wyraźna redukcja metanu, jak pokazano w tabeli 1.

T a b e l a 2.

Przykład	Rodzaj filtra	Proszek (mg)	Triad (mg)	AA	HCN
6	P1/S(C)/P2	25	0	-19%	-36%
7	P2/F(C)	25	106	-29%	-69%
8	P1/S(APS)/P2	25	0	-15%	-26%
9	P2/F(APS)	25	96	-36%	-75%

W tabeli 2 zastosowano następujące skróty:

AA acetaldehyd

HCN cyjanowodór

Impregnowane włókna mikrownękowe są w stanie selektywnie filtrować różne składniki dymu poprzez dobór stosowanych materiałów adsorbentów/absorbentów. Jednym z korzystnych przykładów tych materiałów jest proszek węglowy, który może wychwytywać szeroki zakres składników dymu papierosowego, jak zilustrowano poniżej w tabeli 3.

Tabela 3.

Próbka	Przykład porównawczy 10	Przykład porównawczy 11
Rodzaj filtra	P3/F/P4	P3/F(C)/P4
P/F, mg	43	42
węgiel, mg	0	35
acetaldehyd	-11%	-29%
cyjanowodór	12%	-27%
1,3-pentadien	-8%	-50%
1,4-butadien	-21%	-30%
izopren	-14%	-46%
akroleina	-27%	-56%
benzen	-11%	-63%
styren	-22%	-91%
siarkowodór	34%	-34%

W tabeli zastosowano następujące skróty:

P/F/P	konfiguracja typu wkładka/nieimpregnowane włókna mikrownękowe/wkładka
P/F(C)/P	konfiguracja typu wkładka/impregnowane węglem włókna mikrownękowe/wkładka

W przykładzie 11 z tabeli 3, 35 mg kokosowego pyłu węglowego zaimpregnowano w 42 mg zgrzewanej punktowo maty włókninowej, wykonanej z włókna mikrownękowego Triad™ o wielkości 3 denier na włókno (dpf). Próbka ta umieszczona została następnie w przestrzeni utworzonej w referencyjnych filtrach papierosowych #1R4F, poprzez usunięcie 43 mg pałeczki z włókien CA w odcinku filtra. Brak było znaczącej redukcji w szerokim zakresie składników fazy gazowej od acetaldehydu do siarkowodoru. Przykład 10 jest przykładem porównawczym, ukazującym, iż przy użyciu nie-impregnowanego włókna otrzymano dużo mniejszy efekt redukcji dla wszystkich związków wyszczególnionych w tabeli. Przestrzeń w tych eksperymentach utworzona została w taki sposób, że długość odcinka P3 wynosi około 4 mm, P4 - 18 mm, a przestrzeń między nimi około 4,5 mm.

Wydajność i selektywność filtrowania mogą zostać jeszcze zwiększone dla szerszego zakresu składników, jeżeli razem z drobnymi proszkami zaimpregnowane zostaną odczynniki chemiczne, jak omawia to Xue i inni w pracy „Highly Efficient Acid-Gas Removing Shaped Fiber Filters”, Fundamental and Applied Aspects of Chemically Modified Surfaces; The Royal Society of Chemistry, 1999, której treść załączona jest w niniejszym opisie w całości poprzez odniesienie. Powierzchnia impregnowanego drobnego proszku adsorbenta/absorbenta może być chemicznie i/lub fizycznie modyfikowana, tak aby zawierała specyficzne grupy i struktury funkcjonalne, w celu wyłapywania określonych składników.

Powierzchnię żelu krzemionkowego APS zmodyfikowano tak, aby posiadała aktywną pierwszorzędową grupę aminową -NH₂, która może reagować selektywnie ze składnikami dymu, takimi jak cyjanowodór i acetaldehyd. Przykłady pokazane w tabeli 4 wykonane zostały przy użyciu papierosa referencyjnego o numerze #2280, zmodyfikowanego tak, aby posiadał konfigurację filtra typu P/S. Po pierwsze, więcej niż 20 pustych papierosów referencyjnych #2280, „próba kontrolna”, spalonych zostało zgodnie z wymogami FTC poprzez filtra Cambridge, przy czym dokonano pomiaru ilości składników fazy gazowej, metanu, acetaldehydu, cyjanowodoru, metanolu oraz izoprenu. Na podstawie, będącego skutkiem spalania, przyrostu masy na filtrze Cambridge, wyznaczono całkowitą materię cząsteczkową („TPM”). W dolnej części tabeli 4 oraz w górnej części tabeli 6 zapisano wartości średnie, odchylenie standardowe („SD”) oraz względne odchylenie standardowe („RSD”) wielkości TPM, a także ilości metanu, pochodzące z pustych eksperymentów. Zmianę wartości danych dla acetaldehydu, cyjanowodoru, metanolu oraz izoprenu, zapisanych w tabelach 4, 6 i 7, stanowiły liczby skali-browane względem zawartości metanu. Pokazano także wartości SD i RSD względnych zawartości.

W celu zbadania wpływu włókien mikrowłóknowych impregnowanych materiałem adsorbenta/absorbenta, zmieszano i wytrzęsiono najpierw pewien nadmiar proszków węgla kokosowego lub żelu krzemionkowego APS z wiązkami włókna mikrowłóknowego (3 deniery na włókno, PP, cięte wstępnie na odcinki około 2,54 cm (1 cala)) w zamkniętym worku z tworzywa sztucznego. Zapełnienie proszkiem otrzymano za pośrednictwem przyrostu ciężaru po usunięciu nadmiarowego proszku w wyniku przesiewania przez sito o numerze #70. Współczynnik zapełnienia utrzymany został korzystnie w zakresie pomiędzy około 0,5 a około 0,8 dla proszku węglowego oraz pomiędzy około 0,5 a około 0,6 dla proszku APS. Przygotowane próbki włókna umieszczone zostały następnie w przestrzeni filtracyjnej w filtrze papierosa #2280 po usunięciu wkładek P1 i P2. Wkładka P2 została następnie ponownie umieszczona w filtrze papierosowym w celu utworzenia konfiguracji P2/F(x), jak opisano w tabelach 4 i 6. Powstały papieros badany był następnie w dobrze znanych warunkach protokołu badawczego FTC. Wartości TPM, odchylenie procentowe zawartości metanu i procentowe odchylenie zawartości acetaldehydu, cyjanowodoru, metanolu oraz izoprenu, jak skalibrowano przy użyciu metanu w charakterze wewnętrznego standardu, zapisano w tabelach 4 i 6.

Tabela 4.

Rodzaj filtra	Węgiel (mg)	Włókno mikro- włóknowe (mg)	CH ₄	AA	HCN	MeOH	Izopren	TPM (mg)
P2/F(C)	25	106	-3%	-29%	-69%	-43%	-45%	9,2
P2/F(C)*	25	104	3%	-31%	-58%	-46%	-57%	5,3
P2/F(APS)	25	96	1%	-36%	-75%	-13%	-32%	9,0
P2/F(APS)	25	98	1%	-46%	-73%	-5%	-23	7,3
P1/S/P2 śred.	0	0	434	1,33	0, 2	0,26	0,18	14,1
SD			30	0,08	0,03	0,02	0,02	1,0
RSD			7%	6%	12%	7%	11%	7%

Dla porównania, zapełnienie cząstkami w tych eksperymentach utrzymywane było na poziomie około 25 mg na 100 mg włókna w przykładach wyszczególnionych w tabeli 4. Procentową wartość odchylenia dla składników gazowych uważano za znaczącą tylko wtedy, gdy bezwzględne wartości składników były większe niż trzykrotna wartość odpowiedniego względnego odchylenia standardowego (RSD). Porównywano to z pustym filtrem typu P1/S/P2. Wszystkie cztery przykłady w tabeli 4 nie wykazały znaczącego wzrostu oporów przepływu, gdy wkładka P1 (77 mg) zastąpiona została przez około 100 mg włókna zapełnionego 25 mg drobnych proszków, w konfiguracji P2/F(x). Zmiany ilości metanu są daleko mniejsze niż RSD. Proszki zatrzymane zostały w większości w wewnętrznej przestrzeni wewnętrznych półotwartych mikrowłókien, tak iż nie ograniczały one przepływu strumienia gazu. Proszek żelu krzemionkowego APS selektywnie wykazywał znaczące wysokie procentowe redukcje dla acetaldehydu (36 - 46%) oraz cyjanowodoru (73 - 75%), ale niskie, nieznaczące procentowe redukcje dla metanolu (5 - 13%) oraz izoprenu (23 - 32%). Proszki węglowe wykazują odpowiednio nieco niższą i znaczącą redukcję acetaldehydu (29 - 31%) oraz cyjanowodoru (58 - 69%), ale większe i znaczące redukcje procentowe dla metanolu (43 - 46%) oraz izoprenu (45 - 57%). Selektywność filtrów dla różnych składników może być kontrolowana przez zastosowany materiał adsorbenta/absorbenta. Dodatkowe przykłady wykorzystujące włókna mikrowłóknowe impregnowane proszkiem węglowym lub żelu krzemionkowego APS, wykazujące redukcje ilości acetaldehydu, cyjanowodoru, metanolu oraz izoprenu w składzie fazy gazowej dymu, znajdują się w tabelach 6 i 7.

Dodatkowym celem wynalazku jest opracowanie filtrów dymu papierosowego, które nie tylko mogą selektywnie redukować pewne składniki fazy gazowej, ale także mogą kontrolować ilość TPM. Szczególną zaletą nowych filtrów papierosowych według niniejszego wynalazku jest to, że pozwalają one na rozłożenie materiałów adsorbentów/absorbentów w korzystnej konfiguracji, tak aby oddziaływały one na strumień gazu bez blokowania ilości pożądaných składników fazy cząsteczkowej dymu. Ścieżki przepływu fazy cząsteczkowej dymu mogą być kontrolowane lub optymalizowane poprzez modyfikację geometrii i gęstości upakowania włókien, pod kątem pożądaney ilości TPM w tym samym rodzaju pałeczek papierosowych. Można to zilustrować w dwóch przykładach, pokazanych w tabeli 4, gdzie wprowadzone impregnowane włókna były dalej cięte do połowy długości i pakowane ciaśniej

w tej samej przestrzeni. Ilość TPM dla tego samego rodzaju papierosa może być znacznie zredukowana z 9 mg do 5 mg, ze względu na mniejszą przestrzeń między włóknami, podczas gdy redukcja ilości składników fazy gazowej nie wykazuje wyraźnej zmiany.

Na podstawie wyników z tabeli 5, zauważono, iż obniżenie gęstości upakowania włókien może spowodować zmniejszenie stopnia redukcji TPM. Konfiguracje typu P2/F(x) z mniejszą ilością impregnowanych włókien mikrowłóknowych pozwalają na uzyskanie większych ilości fazy cząsteczkowej dymu. Przygotowano i zbadano szereg przykładów filtrów typu P2/F(x), skonstruowanych na bazie papierosa #2280 z malejącymi poziomami zapelnienia włókna i proszku węglowego. Dane ilości TPM i fazy gazowej zapisane są w tabeli 5. Zgodnie z oczekiwaniami, ilość TPM uległa gwałtownemu zwiększeniu w miarę zmniejszenia zapelnienia. Jednocześnie, ilość fazy gazowej również uległa zwiększeniu w miarę mniejszej zawartości węgla, przeznaczonego do oddziaływania z fazą gazową.

Tabela 5.

Węgiel (mg)	Włókno mikrowłóknowe (mg)	Suma (mg)	TPM (mg)	AA (µg)	HCN (µg)	MeOH	Izopren	CH ₄
40	80	120	5,4	211	5, 6	17	7	443
28	40	68	13, 5	380	22	43	36	502
15	20	35	21, 6	599	81	139	77	465
5	7	12	28,4	730	108	177	90	494
0	0	0	26	706	139	166	94	522

W tabeli 5 zastosowano następujące skróty:

MeOH metanol

mg miligramy

µg mikrogramy

Na fig. 7 przedstawiono wykres, otrzymany z danych znajdujących się w tabeli 5. Pokazuje on wpływ zapelnienia na wartość TPM oraz ilość składnika fazy gazowej. Na wykresie tym zidentyfikowano korzystne okno zapelnienia 72 w zakresie 45 - 65 mg impregnowanego węglem włókna (zawierającego około 26 - 38 mg mikrowłóknowego włókna PP o wielkości 3 denier na włókno oraz 19 - 27 mg pyłu węglowego). W tym zakresie zapelnienia, konfiguracja P2/F(x) nie tylko spowodowała redukcję wybranych składników fazy gazowej, acetaldehydu, cyjanowodoru, metanolu oraz izoprenu, ale dała także lepszą ilość TPM. W konfiguracji P2/F(x) przestrzeń zajmowana przez impregnowane włókno wynosi około 7,5 mm x 18 mm (około 800 mm³), tak iż korzystna gęstość zapelnienia dla włókna mikrowłóknowego o wielkości 3 denier na włókno wynosi około 32,5 - 47,5 mg/cm³. O ile optymalne działanie obserwowane jest w oknie zapelnienia 72, zakres niniejszego wynalazku przewiduje wykorzystywanie innych wartości zapelnienia, zależnie od pożądanej wydajności filtrowania.

W celu dalszego przebadania wymienionego wyżej okna zapelnienia 72, przygotowano i testowano dodatkowe przykłady papierosów #2280 z filtrem o konfiguracji P2/F(x). Wyniki znajdują się w tabeli 6. Rezultaty z tabeli 6 pokazują, iż wszystkie przykłady, zawierające 31 mg lub więcej węgla wprowadzonego do włókna mikrowłóknowego, odznaczają się znaczącymi redukcjami składnika fazy gazowej. Gdy filtry zawierały 40 mg lub więcej włókna, redukcja ilości TPM stawała się znacząca. Przykłady wykorzystujące włókna mikrowłóknowe wypełnione żelazem krzemionkowym APS o wielkości 3 denier na włókno, zilustrowane w tabeli 7, wykazywały takie same trendy. Co jeszcze ciekawsze, ilość na jednostkę TPM pewnych składników fazy gazowej (takich jak acetaldehyd, cyjanowodor, metanol oraz izopren) papierosa referencyjnego #2280, jak pokazano w tabeli 8, może być znacznie zmniejszona, gdy stosowane są włókna mikrowłóknowe wypełnione proszkiem adsorbenta/absorbenta w konfiguracji P2/F(x).

T a b e l a 6.

Zmniejszenie ilości składników fazy gazowej dymu papierosowego w wyniku użycia włókna mikrowłóknowego impregnowanego proszkiem węglowym w konfiguracji P2/F(x) w papierosie referencyjnym #2280

Runda	Rodzaj filtra	Węgiel (mg)	F (mg)	TPM (mg)	CH ₄	AA/CH ₄	HCN/CH ₄	MeOH/CH ₄	izopr/CH ₄	TPM/CH ₄
Średnia kontrolna	P1/S/P 2	0	0	14,1	440,7	1,33	0,21	0,25	0,17	0,032
SD		0	0	1,1	28,8	0,08	0,03	0,04	0,02	0,001
RSD				8%	7%	6%	14%	15%	9%	4%
Przykład 15	P/F(C)	25	106	9,2	420	-29%	-67%	-41%	-43%	-32%
Przykład 16	P/F(C)	25	104	5,3	447	-31%	-58%	-44%	-55%	-63%
Przykład 17	P/F(C)	40	80	5,4	443	-64%	-94%	-85%	-91%	-82%
Przykład 18	P/F(C)	28	40	13,5	502	-43%	-79%	-66%	-58%	-16%
Przykład 19	P/F(C)	21	40	12,6	479	-28%	-62%	-34%	-47%	-15%
Przykład 20	P/F(C)	31	38	16,8	495	-31%	-54%	-29%	-49%	6%
Przykład 20A	P/F	0	37	16,7	477	+ 2,2%	+ 24%	+ 16%	+ 0%	+ 9%
Przykład 21	P/F(C)	27	36	13,8	438	-43%	-59%	-19%	-54%	-2%
Przykład 22	P/F(C)	16	31	14,6	441	-20%	-69%	-15%	-17%	3%
Przykład 23	P/F(C)	15	20	21,6	465	-3%	-17%	20%	-3%	45%
Przykład 24	P/F(C)	5	7	28,4	494	11%	4%	43%	7%	80%
Przykład 25	P/S	0	0	26	522	2%	27%	27%	6%	56%

T a b e l a 7.

Zmniejszenie ilości składników fazy gazowej dymu papierosowego w wyniku użycia włókna mikrowłóknowego impregnowanego proszkiem żelu krzemionkowego APS w konfiguracji P2/F(x) w papierosie referencyjnym #2280

Runda	Rodzaj filtra	APS (mg)	F (mg)	TPM (mg)	CH ₄	AA/CH ₄	HCN/CH ₄	MeOH/CH ₄	izopr/CH ₄	TPM/CH ₄
Średnia	P1/S/P2	0	0	14,1	440,7	1,33	0,21	0,25	0,17	0,032
SD		0	0	1,1	28,8	0,08	0,03	0,04	0,02	0,00
RSD				8%	7%	6%	14%	15%	9%	4%
Przykład 26	P/F(APS)	25	98	7,3	439	-45%	-72%	-1%	-20%	-48%
Przykład 27	P/F(APS)	25	96	9,0	438	-36%	-74%	-10%	-29%	-36%
Przykład 28	P/F(APS)	24	43	12,1	396	-37%	-62%	29%	5%	-5%
Przykład 29	P/F(APS)	16	38	14,2	441	-21%	-32%	42%	11%	1%

Tabela 8.

Ilości względem TPM składników fazy gazowej dymu papierosa referencyjnego #2280 z filtrami P2/F(x)

Przebieg	Rodzaj filtra	Proszek (mg)	Włókno mikrownękowe (mg)	TPM (mg)	AA/TPM	HCN/TPM	Me-OH/TPM	Izopr/TPM
Średnia kontrolna	P/S/P	0	0	14,1	41,47	6,68	7,85	5,35
SD	P/S/P	0	0	1,1	2,32	0,87	1,00	0,38
RSD				8%	6%	13%	13%	7%
Węgiel					Różnica względem PSP			
Przykład 3	P/F(C)	25	105	9,2	5%	-53%	14%	-17%
Przykład 4	P/F(C)	40	80	5,4	-6%	-84%	60%	-76%
Przykład 5	P/F(C)	28	40	13,5	-32%	-75%	60%	-50%
Przykład 6	P/F(C)	31	38	16,8	-35%	-57%	33%	-52%
Przykład 6A	P/F	0	37	16,7	-6%	11%	9%	-9%
Przykład 7	P/F(C)	27	36	13,8	-42%	-60%	18%	-54%
Przykład 8	P/F(C)	16	31	14,6	-23%	-71%	18%	-21%
Przykład 9	P/F(C)	15	20	21,6	-33%	-44%	18%	-33%
Przykład 10	P/F(C)	5	7	28,4	-38%	-43%	-21%	-41%
Przykład 11	P/S	0	0	26	-34%	-20%	19%	-33%
APS								
Przykład 12	P/F(APS)	525	98	7,3	4%	-46%	90%	53%
Przykład 13	P/F(APS)	025	95	9,0	0%	-80%	40%	10%
Przykład 12	P/F(APS)	24	43	12,1	-34%	-80%	34%	9%
Przykład 14	P/F(APS)	16	38	14,2	-21%	-34%	40%	9%

Otwarte włókna mikrownękowe mogą być dowolnego kształtu, o ile spełniają definicję otwartych mikrownek. Ważne jest tylko, aby włókno miało otwarte mikrownęki, umożliwiające impregnację włókna krzemem, węglem lub ich mieszaniną. Przykładowo, otwartymi włóknami mikrownękowymi mogą być konwencjonalne włókna acetylocelulozowe o profilu Y, jak zilustrowano na fig. 8 lub profilu czterolistkowym, jak zilustrowano na fig. 9, włókna polipropylenowe (PP) o profilu 4-DG firmy Filtration Innovation Technology Inc. (FIT) lub jednym z profili, opisanych w patentach Eastman Chemical (jak na fig. 10).

Zauważono także, że jeśli cząstki absorbenta są wystarczająco małe, aby mogły być zaimpregnowane do wewnętrznych mikrownek włókien, nie powodują one utrudnienia przepływu gazu pomiędzy włóknami. Dzięki kontroli gęstości i rozkładu włókien, uniknąć można dużych wartości RTD przy tworzeniu efektywnego filtra gazu. W celu zaimpregnowania do wnętrza wnęk konwencjonalnych włókien CA o wielkości 3 dpf i profilu „Y”, drobne cząstki adsorbentów węglowych lub na bazie żelu krzemionkowego, winny być mniejsze niż 10 μm w średnicy. Dla większych włókien, na przykład profilowanych włókien polipropylenowych („PP”) 4DG 15 dpf, odpowiednia wielkość może być większa, do 20 μm w średnicy.

Badanymi w następujących przykładach cząstkami były proszki węgla kokosowego firmy Pica oraz żel krzemionkowy traktowany APS (3-aminopropylsilanołem) firmy Grace Davison. Impregnowane tymi cząstkami profilowane włókna przygotowane były w następującej procedurze: Pewna ilość w gramach, W_0 , powyższego włókna mieszana jest z nadmierną ilością proszku w zamkniętej torebce z tworzywa sztucznego. Po zakończonym mieszananiu i wytrząsaniu, a w pewnych przypadkach ręcznym

ugniataniu, mieszanina przepuszczana była przez sito o numerze #20. Następnie, z włókna usuwano nadmiar proszku. Próbkę była następnie ważona zaś jej masa ulegała zmianie do wartości W_1 (w gramach), po czym procentowy przyrost masy w tym procesie zapisywano jako ilość zatrzymanych cząstek. Dane dotyczące zatrzymanych cząstek z przykładów wyszczególniono w tabeli 9. Jasne jest, że cząstki te są impregnowane w wewnętrznej przestrzeni pomiędzy listkami włókienek, tak iż nie utrudniają one przepływu gazu między włóknami.

Tabela 9.
Zdolność do zatrzymywania cząstek różnych próbek profilowanych włókien.

Przykład	Włókno	W_0	Cząstki	W_1	Zatrzymanie %
1	CA/Y ²	179,72	APS ⁴	195,71	9,20
2	CA/Y	840,51	APS	1052,5	22,0*
3	CA/Y	581,98	Węgiel ³	640,83	10,11
4	CA/Y	1918,5	Węgiel	2119,5	10,48
5	CA/Y	185,97	Węgiel	206,63	11,10*
6	PP/4DG ¹	246,73	APS	332,33	34,70
7	PP/4DG	246,06	APS	348,86	40,50
8*	PP/4DG	270,91	APS	412,47	52,25
9*	PP/4DG	302,31	APS	480,42	58,91
10	PP/4DG	266,68	Węgiel	396,47	48,67
11	PP/4DG	272,83	Węgiel	447,12	63,88
12	PET/4DG ¹	251,94	APS	301,90	19,50

* podczas impregnacji proszku zastosowano pewne ugniatanie ręczne w dodatku do wytrząsania

1) włókno PP/4DG jest próbką DPL-283, fałdowane 15 dpf, włókna długości 5,08 cm, a PET/4DG pochodzi z próbki DPL-672, 6 dpf, włókno 31 Yarn, obydwie z FIT.

2) CA/Y jest włóknem z acetylocelulozy trój listkowym, stosowanym obecnie do wytwarzania wkładek filtrów papierosowych.

3) Proszek węglowy jest pyłem węglowym z łupinek orzechów kokosowych #99-2-3 (średnice cząstki w zakresie od 1-10 mikrometrów) firmy Pica.

4) Proszek żelny krzemionkowy APS był sproszkowanym żelazem krzemionkowym poddanym działaniu 3-aminopropylsilanolu firmy Grace Davison.

Zatrzymywanie cząstek we włóknach z otwartymi mikrownękami zależy nie tylko od dopasowania geometrycznego między cząstkami a mikrownękami, ale także od procedury impregnacji. Jak pokazano w tabeli 9, pewien stopień ugniatania mechanicznego przy użyciu rąk, może znacznie poprawić wartość zatrzymywania cząstek. Włókno CA 3 dpf/Y mogło zatrzymać 9 - 22% proszku żelny krzemionkowy APS, zależnie od siły przyłożonej podczas impregnacji, podczas gdy zatrzymywanie dla węgla kokosowego wynosi tylko około 10%, ze względu na słabsze dopasowanie geometryczne. Prawie wszystkie stosowane żele krzemionkowe APS mają średnice w zakresie od 2 do 4 μm . Wykorzystywane pyły węglowe mają regularny kształt, a niektóre z nich miały rozmiar w jednym kierunku przekraczający 5 μm , głębokość wnęk na włóknach CA 3 dpf/Y. Powoduje to, iż pył węglowy jest trudniejszy do upakowania wewnątrz małej wąskiej przestrzeni pomiędzy listkami włókna CA, nawet przy użyciu siły mechanicznej. Dla włókien z głębszymi mikrownękami, takimi jak włókna PP 15 dpf 4DG, obydwie stosowane proszki winny być zdolne do wejścia do wnętrza wnęk. Jak oczekiwano, otrzymano większą wartość zatrzymywania, w zakresie 30 - 70%. Badane włókna 6 dpf PET/4DG wykazywały niższą wartość zatrzymywania niż włókna 15 dpf PP/4DG dla płytszych mikrownęk.

W celu wytworzenia skutecznych filtrów fazy gazowej, wkładki z acetylocelulozy filtra papierosa 1R4F zastąpiono niektórymi spośród przygotowanych powyżej materiałów włóknistych. Po zaakceptowaniu wyznaczonych wartości RTD oraz współczynnika rozcieńczenia (DDI) powstałych papierosów, wypalone zostały one zgodnie z protokołem 55 wydmuchów o pojemności 55 ml w przeciągu

2 sekund z przerwami 30 sekundowymi pomiędzy wydmuchami. Całkowita materia cząsteczkowa (TPM) gromadzona była na filtrze Cambridge, podczas gdy składniki fazy gazowej mierzone były przez kalibrowany system laserowy FT-IR. Wyniki zapisano w tabeli 10 oraz figurach 11 do 16.

T a b e l a 10.

Dane ze spalania papierosów 1R4F z wymienionymi filtrami.

Przykład/Symbol	Włókno	Kształt/prosz.	Włókno/ mg	Prosz./mg	DDI/%	RTD/(cali)?? mm H ₂ O	TPM (mg)/wydmuch
zakres 1R4F	CA (uplast.)	Y	186-194	0	26-32	128-149	1,88-2,85
E1/9598-52-3	CA	Y	145	0	19	121	3,43
E2/9598-52-3	CA	Y	154	0	21	129	3,20
E3/9598-52-3	CA	Y	229	0	27	203	2,12
E4/9598-52-3	CA	Y	229	0	24	230	1, 78
E5/9598-52-3	CA/Przykł-2	Y(APS)	104	23	27	93	2,37
E6/9598-52-3	CA/Przykł-2	Y(APS)	178	39	25	121	2,11
E7/9598-52-3	CA/Przykł-2**	P/Y(APS)	106	23	22	143	1,89**
E8/9598-44-3	CA/Przykł-5	Y(Węgiel)	120	13	22	118	2,18
E9/9598-44-3	CA/Przykł-5	Y(Węgiel)	130	14	22	146	2,08
E10/9598-43-3	CA/Przykł-4	Y(Węgiel)	160	17	29	174	1,68
E11/9598-43-3	CA/Przykł-4	4DG	167	18	28	183	1,47
E12/9598-53-3	PP	4DG	167	0	21	178	3,41
E13/9598-53-3	PP	4DG	155	0	21	133	3,38
E14/9598 53-3	PP	4DG	143	0	21	108	3,89
E15/9598-53-3	CA/Przykł-7	4DG (APS)	104	36	25	95	3,06
E16/9598 53-3	CA/Przykł-8	4DG (APS)	103	57	18	106	3,36
E17/9598-53-3	CA/Przykł-8	4DG (APS)	109	60	24	116	2,51
E18/9598 54-3	CA/Przykł-11	4DG (C)	97	62	21	126	2,91

* w warunkach palenia 55 ml/2s na wydmuch z 30 s przerwą pomiędzy wydmuchami

** długość filtra 22 mm z dodatkowymi 5 mm wkładek uplastycznionej CA

Wartości zakresów 1R4F, wyszczególnione w tabeli 10, otrzymano z więcej niż 10 kopii próbek, spalonych pomiędzy kolejkami innych próbek. Ich filtry wykonano przy zastosowaniu plastyfikatorów. W celu wyizolowania wpływu plastyfikatorów, w przykładach od E1 do E4, papierosy 1R4F z filtrem wykonano z czystych włókien CA bez użycia plastyfikatorów. Procedura przygotowania tych próbek rozpoczynała się od etapu wyciągania pewnej ilości ciągnionych włókien przez przygotowaną wstępnie cylindryczną bibułę końcówkową przy użyciu haka. Po okrojeniu, jednorodne części owiniętych filtrów były cięte na odcinki o długości 27 mm i umieszczane w papierosach 1R4F w celu zastąpienia oryginalnych filtrów CA. Wyszczególnione wartości masy włókien CA są faktycznymi masami włókien, otrzymanymi z całkowitej masy filtrów, z wyłączeniem masy owijki końcówkowej, wynoszącej 37,5 mg. Ze względu na większe zapełnienie włókien CA, przykłady E3 i E4 miały większe wartości RTD i mniejsze TPM niż E1 i E2. Próbkę te mogą służyć jako lepsza próba kontrolna niż zwykły papieros 1R4F w celu pokazania wpływu wprowadzonych proszków w następujących próbkach papierosów, przygotowanych w podobnych warunkach.

W próbkach papierosowych E5 i E6, zastosowano włókno CA impregnowane sproszkowanym żelazem krzemionkowym APS w przykładzie 2 (tabela 10) do przygotowania filtrów o długości 27 mm. Zależnie od zapełnienia włókna, w filtrach tych po procesie znajdowało się od 23 do 39 mg sproszkowanego żelaza krzemionkowego APS. W przykładzie E7, w charakterze ustnika dodano zwykłą wkładkę

CA o długości 5 mm, tak iż wyszczególnione włókno CA i proszek APS zagęszczone były w odcinku o długości 22 mm. Zagęszczenie to daje nieco większą wartość RTD a niższą wartość TPM, ale obydwie wartości są w dalszym ciągu porównywalne do tych, odpowiadających zwykłemu papierosowi 1R4F. Wpływ wprowadzonego w ten sposób proszku APS na składniki gazowe może być wyraźnie pokazany przez dane, dotyczące AA i HCN w trybie wydmuch za wydmuchem, na fig. 11 i 12. Przy takiej samej wartości RTD z filtrem APS, przykład E6 wykazuje znacznie zredukowane ilości dostarczanych AA i HCN w trybie wydmuch za wydmuchem niż próbki E2 oraz zwykły papieros 1R4F.

Próbki papierosów E8-11 przygotowane były z włókien CA impregnowanych proszkiem węglowym z przykładów 4 i 5 (tabela 10) przy zastosowaniu procesu, opisanego w E1 - 4.

Ze względu na niewielkie zatrzymywanie cząstek, w próbkach znajdowało się jedynie od 13 do 18 mg proszku węglowego. Większe ilości włókna w przykładach E10 i E11 dawały większy ładunek węgla, ale ich wartości RTD i TPM leżały poza zakresem porównywalności z papierosem 1R4F. Przy mniejszym ładunku włókien, przykłady E8 i E9 posiadały porównywalne wartości RTD i TPM do wartości próbek 1R4F. Duplikowane próbki E8 i E9, E8a i E9a, były przygotowane w celu oceny skuteczności wprowadzonych proszków węglowych. W warunkach FTC, czwarty wydmuch papierosa badany był metodą („GC/MS”). Przy zastosowaniu etanu w charakterze wewnętrznego standardu oraz papierosa 1R4F jako próby kontrolnej, zmniejszono poziom podawania wybranych składników fazy gazowej w tych dwóch próbkach, co zilustrowano w tabeli 11. Wyszczególnione wartości w tabeli 11 wykorzystuje się tylko do zademonstrowania idei korzyści, wynikających z wprowadzenia węgla do filtrów papierosowych. Sądzymy, iż wartości te mogą ulec dalszemu zwiększeniu, jeśli zwiększony zostanie poziom zatrzymywania dla drobniejszych cząstek węgla lub większych włókien CA.

Tabela 11.

Wpływ wprowadzenia drobnych cząstek węgla na zmianę składu dymu.

Próbka	1R4F	E9A/9598-44-1	E9A/9598-44-2
Typ filtra	CA-uplastycz.	CA/Y(węgiel)**	CA/Y(węgiel)**
CA/mg	186-194	136	122
Węgiel/mg	0	15	13
RTD/mm H ₂ O	128-149	128	120
DDI/%	25-30	22	22
akroleina	kontrolna	-22,3%	-18,8%
1,3-butadien	kontrolna	-23,7%	-11,4%
izopren	kontrolna	-36,6%	-14,23%
cyklopentadien	kontrolna	-32,2%	-17,5%
AA	kontrolna	-10,5%	-8,9%
2,4-heksadienal	kontrolna	-24,4%	-11,5%
CH ₂ Cl ₂	kontrolna	-41,7%	-98,1%
styren	kontrolna	-35,5%	-19,2%
O-ksylen	kontrolna	-37,6%	-32,3%
Me-merkaptan	kontrolna	-22,9%	-10,6%
COS	kontrolna	-21,1%	-14,4%

* 4-y wydmuch w warunkach FTC, detektor GC/MS z etanem jako wewnętrznym standardem

** wkładka z 37,5 mg owijki końcówkowej z bibuły

Przykłady E12-14 z tabeli 10 są kontrolnymi próbkami papierosów, przygotowanych z umieszczenia czystego fałdowanego włókna 15 dpf PP 4DG w filtrze papierosa 1R4F. Jak oczekiwano, im więcej zapakowanych czystych włókien, tym większa jest wartość RTD. Przykłady E15 - 18 z tabeli 10 są papierosami, przygotowanymi z proszku APS lub proszku węglowego, wprowadzonego do włókien 4DG PP, otrzymanych z przykładów 7, 8 i 11 z tabeli 10. Ze względu na duże włókno oraz głębokie

wnęki dostępne w tym włóknie, uzyskano dobre wartości zatrzymywania cząstek (do 64%) zarówno dla węgla jak i APS. Przy porównywalnych wartościach RTD i TPM, do każdego papierosa załadowana mogła być duża objętość (do 60 mg) proszku węglowego lub APS.

Wpływ wprowadzonych cząstek absorbenta na skład fazy gazowej można zademonstrować na danych z fig. 13 - 16. W ogólności, węgiel wykazywał większą aktywność wobec szerszego zakresu związków za pośrednictwem procesu adsorpcji fizycznej, podczas gdy proszki APS po obróbce powierzchniowej wykazywały selektywną aktywność wobec pewnych składników, takich jak aldehydy i HCN za pośrednictwem procesów reakcji chemicznej. Na fig. 15 i 16 wyraźnie widać, że proszek węglowy odznacza się aktywnością w usuwaniu takich związków jak izopren i metanol, podczas gdy proszek APS nie wykazywał znaczącej aktywności w takich samych warunkach testu. Przy usuwaniu tych samych związków, odznaczały się one różną kinetyką reakcji oraz aktywnością. Różnica ta może być zademonstrowana w danych podawanych ilości w trybie wydmuch za wydmuchem dla acetaldehydu (AA) na fig. 13. Węgiel wykazywał typowe właściwości adsorpcji fizycznej, które powodowały adsorpcję większości AA w pierwszych dwóch wydmuchach, następnie stopniowo osiągały nasycenie po 6 wydmuchach. Żel krzemionkowy APS miał znacznie mniejszą powierzchnię fizyczną, która zużywana była bardzo szybko w pierwszym wydmuchu. Ze względu na małą szybkość reakcji, reakcja między grupą aminową z proszkiem APS oraz AA nie zachodziła aż do 5 wydmuchu. Maksymalna redukcja poziomu podawanego AA następowała w okolicach 9 wydmuchu. Podobna różnica pomiędzy proszkiem węglowym a proszkiem APS może być także zauważona w ich danych podawania HCN w trybie wydmuch za wydmuchem, przedstawionych na fig. 14, gdzie nasycenie powierzchni fizycznej dla proszków węgla i APS było wolniejsze ze względu na niższy poziom trudności (obciążenia).

Dodatkowe przykłady filtrów z profilowanych włókien, zawierających mieszaniny proszków, przygotowywane były następująco:

2,0 g z pięciu różnych kompozycji mieszanek proszkowych przygotowano poprzez wymieszanie i wytrzesienie 0, 0,5, 1,0, 1,5 oraz 2,0 g żelu krzemionkowego APS w proszku (Grace Davison) z 2,0, 1,5, 1,0, 0,5 oraz 0 g pyłu węgla kokosowego firmy Pica #99-2-3, odpowiednio w pięciu komercyjnych torebkach z tworzywa sztucznego o wymiarach 3X5, zamykanych zamkiem błyskawicznym. Mieszanki proszkowe były mieszane i wytrząsane w torebkach.

Proszki były impregnowane do wnętrza włókien poprzez umieszczenie 0,5 g włókna PP 4DG (15 dpf fałdowane, długości 5,08 cm (2 cale), #DPL 283 firmy FIT) do każdej z pięciu torebek, zawierających proszek i zamknięcie. Po wytrząsaniu bez ugniatania ręcznego, mieszanki włókien i proszków wysypywane były na sito o numerze #40. Nadmiar proszku był usuwany poprzez wytrząsanie i odpylanie. Czyniono tak, aż do zaniku opadania proszku na kawałek białego papieru. Procentowy przyrost masy próbek w tym procesie był zapisywany jako współczynnik zapelnienia na fig. 17.

Papierosy zostały najpierw przekształcone poprzez użycie skręćarki w celu usunięcia wkładek CA filtra z papierosów testowych #1R4F, pozostawiając pusty odcinek o długości 27 mm. Następnie, do tego pustego odcinka, mającego służyć jako filtr, włożono pewną ilość powyższych próbek impregnowanych włókien. Rezystancja przepływu („RTD”) oraz współczynnik bezpośredniego rozcieńczenia („DDI”) powstałych próbek zmierzono przy użyciu testera serii CFO ANALOG Champion™ i zapisano w tabeli 12. Przygotowane tutaj próbki papierosów odznaczały się porównywalną wartością RTD (127-152 mm H₂O) oraz współczynnikiem rozcieńczenia (24 - 31%) względem standardowych wartości dla 1R4F, jak pokazano w tabeli 12. Tabela 12 ilustruje wpływ wprowadzenia mieszanego proszku APS i węgla na całkowite podawanie papierosa 1R4F w warunkach FTC.

T a b e l a 12.
Wpływ wprowadzenia mieszanego proszku APS i węgla na całkowite podawane
ilości papierosa 1R4F w warunkach FTC.

Runda	APS/C	Prosz. (mg)	PP4DG (mg)	TPM (mg)	AA (µg)	HCN (µg)	MeOH	Izopr	CH ₄	Wydmuch	BT/min	dzień	AA/CH ₄	HCN/CH ₄	MeOH/CH ₄	Izopr/CH ₄	DDI	RTD
Kontrolna 1R4F																		
Średnia		0	0	13,0	527,9	75,2	65,0	65,9	365,7	9,2	8,3		1,44	0,21	0,18	0,18		
SD		0	0	0,5	70,7	12,6	10,3	6,1	29,5	0,4	0,5		0,12	0,03	0,02	0,00		
RSD		0	0	4%	13%	17%	16%	9%	8%	4%	6%		8%	12%	10%	3%		
Filtr napełniony włóknem DPL 283 PP-4DG													Zmiana					
9563-80-A	100/0	40,3	155	9,7	296,9	21,91	60,9	57,24	355,3	9	8,8	4	-42%	-70%	-3%	-11%	31	132
9563-80-B	100/0	40,0	154	10,8	409	33,79	78,3	70,79	407,8	10	9,0	4	-30%	-60%	8%	-4%	30	141
9563-80-C	75/25	39,0	152	13,6	393,7	36,49	74,6	53,84	433,1	10	9,0	4	-37%	-59%	-3%	-31%	24	140
9563-80-D	75/25	40,3	158	10,6	470,3	46,67	65,08	51,23	435,4	11	9,9	4	-25%	-48%	-16%	-35%	31	152
9563-80-E	50/50	40,8	152	11,9	447,5	44,96	80,14	46,01	442,5	10	9	10	-30%	-51%	2%	-42%	24	127
9563-80-F	50/50	41,5	154	11,9	471,2	51,11	72,14	48,97	444,7	10	9	10	-26%	-44%	-8%	-39%	30	137
9563-80-G	25/75	41,5	153	11,5	428,9	54	65,76	39,34	428	10	9,0	10	-30%	-39%	-13%	-49%	30	128
9563-80-H	25/75	41,3	152	12,3	430,9	64,83	67,29	36,96	422,5	10	9,0	10	-29%	-25%	-10%	-51%	30	128
9563-80-I	0/100	42,3	154	13,1	317,8	37,73	46,39	22,92	435,8	10	9,0	10	-49%	-58%	-40%	-71%	25	129
9563-80-J	0/100	42,4	154	13,6	357,1	57,84	49,1	24,01	412,1	9	8,8	10	-40%	-32%	-33%	-68%	24	127

* w warunkach palenia według FTC

** Konfiguracja filtra

Próbki papierosów były równoważone w pomieszczeniu kontrolnym w temperaturze -2,78°C (27°F) i wilgotności względnej 60% przez przynajmniej 24 godziny przed spalaniem w warunkach FTC przy zastosowaniu zapalniczki elektrycznej. Całkowita materia cząsteczkowa („TPM”) pochodząca ze spalania została zgromadzona i zmierzona przy użyciu ważących filtrów Cambridge. Skład fazy gazowej dymu był analizowany przy zastosowaniu kalibrowanego systemu laserowego w podczerwieni. Wybrane dane z badania przedstawiono w tabeli 12 oraz poniżej tabelach 13 - 16.

T a b e l a 13.

	9563-80-L	9563-80-B	9563-80-C	9563-80-F	9563-80-H	9563-80-J
AA (µg)						
1	2	3	4	5	6	7
Wydmuch	1R4F	APS100/C 0	APS75/C 25	APS50/C 50	APS25/C 75	APS0/C 100

cd. tabeli 13

1	2	3	4	5	6	7
1	26,47	19,96	16,34	23,54	23,13	18,37
2	81,71	15,55	11,14	17,74	20,79	11,64
3	66,94	21,52	11,21	21,86	26,24	14,19
4	56,91	30,7	16,07	32,34	24, 1	30,09
5	69,15	31, 05	30,23	46,67	42,49	46,42
6	74,64	40,58	47,48	58,91	35,19	42,76
7	76,54	49,59	55,63	57,39	53,29	53,45
8	69, 24	67,5	44,21	71,26	77, 05	64,46
9	95,52	62, 4	72,52	60,85	60,35	75,7
10		61,12	88,84	80,59	68,26	

T a b e l a 14.

	9563-80L	9563-80-B	9563-80-C	9563-80-F	9563-80-H	9563-80-J
HCN (µg)						
Wydmuch	1R4F	APS100/ C 0	APS75/C 25	APS50/C 50	APS25/C 75	APS0/C 100
1	4,98	1,74	1,64	2,57	4,51	3,36
2	7,13	0,75	0,85	1,18	2,35	1,94
3	8,73	0,85	0,97	1,54	2,86	1,45
4	8,56	1,55	2,00	2,99	2,78	3,67
5	10,24	2,45	2,66	2,59	5,21	4,91
6	12,31	3,53	3,27	4,83	4,38	5,87
7	13,72	4,84	5,08	6,1	9,04	9,31
8	12,12	5,99	3,58	7,15	11,03	13
9	15, 68	6,09	6,98	8,49	11,02	14,33
10		6,00	9,48	13,67	11,65	

T a b e l a 15.

	9563-80L	9563-80-B	9563-80-C	9563-80-F	9563-80-H	9563-80-J
IZOP						
Wydmuch	1R4F	APS100/C 0	APS75/C 25	APS50/C 50	APS25/C 75	APS0/C 100
1	4,41	2,86	1,75	1,46	2,2	2,1
2	11,9	9,87	0,1	0,04	0,18	0
3	7,3	6,7	0,51	0,73	0, 76	0
4	8,24	6,48	1,37	1,89	1,53	0
5	9,2	6,6	4,1	2,79	2,86	0,76
6	7	6,85	6,11	5,14	2,86	2,08
7	9,11	6,52	8, 7	7,16	5,08	4,05
8	8,53	9,05	7,28	10,24	7,4	5,95
9	9,29	8,63	10,87	8,86	6,22	9,07
10		7,25	13,2	10,66	7,89	

Tabela 16.

	9563-80L	9563-80-B	9563-80-C	9563-80-F	9563-80-H	9563-80-J
MEOH						
Wydmuch	1R4F	APS100/C 0	APS75/C 25	APS50/C 50	APS25/C 75	APS0/C 100
1	4,4	4,2	4,07	4,92	6,01	4,85
2	5,65	4, 29	1,89	3,14	2,85	2,64
3	6,75	5,49	1,98	3,3	2,96	2,47
4	6,48	5,27	3,56	4,65	3,51	1,77
5	8,3	5,92	4,49	4,64	3,86	3,59
6	9,5	7,9	7,56	7,42	4,87	4,64
7	11,36	7,77	9,15	9,02	7,12	6,9
8	11,88	10, 53	10,47	10,94	9,72	9,43
9	18,73	13,24	12,92	9,88	11,52	13,01
10		13,71	18,53	14,23	14,87	

Na fig. zilustrowano wpływ składu cząsteczkowego na współczynnik zapelnienia we włóknie PP-4DG. Brak było znaczącej różnicy współczynnika zapelnienia w przedziale od 100% cząstek APS do 100% węgla. Procentowe zapelnienie wszystkich pięciu kompozycji leżało w wąskim zakresie od 25,6% do 27,5%.

Tabela 12 podsumowuje dane, pochodzące ze spalania wyżej przygotowanych próbek w warunkach FTC. Stosując całkowitą ilość dostarczanego metanu (CH_4) jako wewnętrzny standard, porównano całkowite ilości AA, HCN, MeOH oraz izoprenu z odpowiednimi średnimi wartościami, pochodzącymi ze spalania 6 kontrolnych papierosów 1R4F w tym samym czasie. Procentowa różnica z powyższego porównania uważana jest za znaczną, jeśli wartości bezwzględne były większe niż 3-krotność względnego odchylenia standardowego ze spalania kontrolnych próbek 1R4F.

Z tabeli 12 wynika, iż 100% zapelnienie węglem wykazywało znaczną redukcję AA, HCN, MeOH oraz izoprenu, podczas gdy 100% sproszkowanego żelu krzemionkowego APS dawało znaczną redukcję jedynie AA i HCN. Trzy kompozycje mieszane wykazywały znaczną, ale nie lepszą redukcję AA i HCN niż próbki z czystym węglem lub proszkiem APS. Interesujący jest fakt, iż porównanie mieszanek także wykazało znaczną redukcję względem izoprenu, ale nie MeOH. Wydaje się, że mieszanki odznaczają się większą selektywnością na izopren względem MeOH niż węgiel i żel krzemionkowy APS. Ze względu na zmianę selektywności filtracji pomiędzy różnymi składnikami dymu, zmianie ulega profil otrzymywanych składników. Może to stanowić narzędzie dostosowywania smaku papierosów.

W tabelach 13 - 16 przedstawiono dane w trybie wydmuch za wydmuchem ilości podawanych AA, HCN, izoprenu i MeOH próbek papierosów. Jak pokazano w tabeli 13, wszystkie pięć kompozycji wykazały większość AA w pierwszych 3 - 4 wydmuchach i stopniowo traciły swoją aktywność w późniejszych wydmuchach. Brak było znaczącej różnicy w krzywych dostarczania AA w trybie wydmuch za wydmuchem pomiędzy tymi pięcioma kompozycjami. Jak pokazano w tabeli 14, proszek żelu krzemionkowego APS odznaczał się większą aktywnością względem HCN niż proszek węglowy, zwłaszcza w późniejszych wydmuchach (wydmuchy 7 - 9), podczas gdy wszystkie kompozycje mieszanek wykazywały poziom aktywności, leżący pomiędzy tymi dwoma czystymi próbkami. W tabelach 15 i 16, żel krzemionkowy APS nie wykazywał znaczącej aktywności zarówno względem izoprenu jak i MeOH, podczas gdy węgiel wykazał dobrą redukcję tych dwóch składników. Kompozycje mieszanek wykazywały rozmaite poziomy aktywności względem izoprenu i MeOH, leżące pomiędzy wartościami dla samego proszku węglowego oraz proszku żelu krzemionkowego APS.

Możliwe jest uzyskanie różnorodnych profili otrzymywanego składu dymu, poprzez zastosowanie mieszaniny różnych absorbentów, takich jak proszek żelu krzemionkowego APS i proszek węgla kokosowego. Mieszaniny proszku żelu krzemionkowego APS i proszku węglowego wykazywały różnorodne poziomy aktywności filtracyjnej, pomiędzy tymi dla czystych postaci węgla czy żelu krzemionkowego APS.

Stosując mieszanki o różnych składach, wytworzone z różnych absorbentów, w filtrze z profilowanego włókna, może prowadzić do różnych smaków dymu względem stosowania po prostu czystych postaci.

Konkludując, zademonstrowano, że profilowane włókna z otwartymi lub półotwartymi mikrownękami mogą być stosowane do wytwarzania udoskonalonych filtrów, przeznaczonych do filtrowania fazy gazowej. Ich mikrownęki mogą być stosowane do zatrzymywania drobnych cząstek absorbenta, takich jak proszek węgla czy żelu krzemionkowego APS lub ich mieszanin, bez powodowania wysokiej wartości RTD. Filtry papierosowe wykonane z tych impregnowanych włókien bez plastyfikatora wykazały większą skuteczność w usuwaniu pewnych składników dymu papierosowego niż konwencjonalne filtry CA w papierosach 1R4F. Zależnie od właściwości powierzchni impregnowanych proszków, usuwanie składników fazy gazowej może być realizowane albo za pośrednictwem adsorpcji fizycznej albo mechanizmu reakcji chemicznej. Poprzez dobór mechanizmu reakcji, selektywnie usuwane z dymu papierosowego mogą być niektóre składniki.

Niniejszy wynalazek dostarcza wysokowydajne filtry papierosowe, posiadające zdolność do selektywnego usuwania pewnych składników dymu papierosowego. Zależnie od składników, które mają być usunięte, wprowadzane adsorbenty/absorbenty mogą być poddawane chemicznej obróbce lub współ-impregnowane pewnymi reagentami chemicznymi o wysokiej reaktywności i selektywności względem tych składników. Wielkość cząstek stosowanego adsorbenta/absorbenta może być tak zaprojektowana, aby była dużo mniejsza niż jest to znane w stanie techniki, tak aby uzyskać zwiększoną kinetykę reakcji z fazą gazową. Korzystny rozmiar stosowanych cząstek może być dopasowany za pośrednictwem denier a także otworu i objętości wnęk włókna. Dla włókna mikrownękowego o wielkości 3 dpf, rozmiar schwytej cząstki może leżeć w zakresie od 1 do 15 mikrometrów. Włókno mikrownękowe o wielkości 6 dpf może zatrzymywać większe cząstki niż 1 - 15 mikrometrów. W znacznej części, cząstki chwyte były w wewnętrznej objętości włókna poprzez wprowadzenie ich do objętości tego włókna. Wprowadzone drobne cząstki nie powodują znacznego wzrostu rezystancji przepływu, przejawianej przez same włókna, wypełnione czy też nie. Dostarczana wartość TPM papierosa może być kontrolowana i optymalizowana poprzez kontrolę gęstości upakowania i geometrii włókien i będzie w większości niezależna od stopnia, w jakim włókna są wypełnione rozdrobnionymi materiałami adsorbentów/absorbentów.

Do wytworzenia włókien według wynalazku mogą być także stosowane, ale bez ograniczenia do nich, inne materiały polimerowe, na przykład poliester i polisulfon. Inne materiały włókniste mogą być stosowane o ile nadają się one do stosowania w papierosie.

Opisane tutaj mikrownęki nie muszą być mikrownękami ciągłymi. Impregnowane włókna mogą znajdować się w dowolnej części papierosa lub dodatkowego urządzenia do palenia, w dowolnej inżynierskiej konstrukcji, która pozwala na ich odsłonięcie na strumień dymu w celu uzyskania skutku, zdefiniowanego w niniejszym zgłoszeniu patentowym.

Wszystkie omawiane powyżej odwołania są włączone w całości przez odniesienie dla wszystkich użytecznych celów.

O ile pokazano i opisano pewne specyficzne struktury, będące przykładami wykonania wynalazku, oczywiście będzie dla znawców tej dziedziny, że możliwe jest dokonanie rozmaitych modyfikacji i przekształceń elementów, bez odchodzenia od idei i zakresu leżącej u podstaw koncepcji wynalazczej, która nie jest ograniczona do szczególnych, przedstawionych i opisanych tutaj postaci.

Zastrzeżenia patentowe

1. Filtr papierosowy zawierający włókno, znamienny tym, że włókno (22) zawiera półotwarte mikrownęki, które są wypełnione węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym.
2. Filtr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że włókno (22) jest włóknem trój listkowym (30).
3. Filtr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że włókno (22) jest włóknem czterolistkowym (32).
4. Filtr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosunek ilości węgla i/lub amorficznego żelu krzemionkowego względem włókna (22) wynosi od około 1% do 150% wagowo.
5. Filtr według zastrz. 4, **znamienny tym**, że stosunek ilości węgla i/lub amorficznego żelu krzemionkowego do włókna (22) wynosi około 20 - 80% wagowo.
6. Filtr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że włókno (22) jest impregnowane włóknem węgla kokosowego, posiadającym współczynnik wypełnienia około 50%.

7. Filtr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że włókno (22) posiada mikrownęki o wielkości około 3 denier na mikrownękę włókna, zaś węgiel i/lub amorficzny żel krzemionkowy mają wielkość cząstek od około 1 do 15 mikrometrów.

8. Filtr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że filtr nie zawiera lepiszczy ani plastyfikatorów ani też zasadniczo nie zawiera lepiszczy ani plastyfikatorów.

9. Filtr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że włókno (22) jest wypełnione amorficznym żelem krzemionkowym oraz włóknem węgla kokosowego.

10. Papieros z filtrem, mający budowę typu wkładka/przestrzeń/wkładka, zawierający wkładkę dolną, przestrzeń, wkładkę górną oraz tytoń, **znamienny tym**, że filtr zawiera włókno (22) zawierające półotwarte mikrownęki, które są wypełnione węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym i jest załadowany w przestrzeni (14), przy czym wkładka dolna (12), filtr znajdujący się w przestrzeni (14), wkładka górna (16) oraz tytoń (18) są otoczone owijką (20).

11. Papieros z filtrem mający budowę typu wkładka/przestrzeń, zawierający przestrzeń, wkładkę górną i tytoń, **znamienny tym**, że filtr zawiera włókno (22), zawierające półotwarte mikrownęki, które są wypełnione węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym, i jest załadowany w przestrzeni (14), przy czym filtr znajdujący się w przestrzeni (14), wkładka górna (16) oraz tytoń (18) są otoczone owijką (20).

12. Sposób wytwarzania filtra papierosowego, zawierającego włókno, **znamienny tym**, że stosuje się włókno (22) zawierające półotwarte mikrownęki wypełnione węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym, przy czym węgiel i/lub amorficzny żel krzemionkowy poddaje się mechanicznemu mieszaniu z włóknem (22), tak iż węgiel i/lub amorficzny żel krzemionkowy zostają zamknięte w mikrownękach.

13. Sposób wytwarzania filtra papierosowego, zawierającego włókno, **znamienny tym**, że stosuje się włókno (22) zawierające półotwarte mikrownęki wypełnione węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym, i stosuje się etap elektrostatycznego oddziaływania włókna (22) z węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym, tak iż węgiel i/lub amorficzny żel krzemionkowy zostają zamknięte w mikrownękach.

14. Filtr papierosowy zawierający włókno, **znamienny tym**, że włókno (22) zawiera otwarte mikrownęki, które są wypełnione węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym.

15. Filtr według zastrz. 14, **znamienny tym**, że włókno (22) jest włóknem trój listkowym (30).

16. Filtr według zastrz. 14, **znamienny tym**, że włókno (22) jest włóknem czterolistkowym (32).

17. Filtr według zastrz. 14, **znamienny tym**, że stosunek ilości węgla i/lub amorficznego żelu krzemionkowego względem włókna (22) wynosi od około 1% do 150% wagowo.

18. Filtr według zastrz. 17, **znamienny tym**, że stosunek ilości węgla i/lub amorficznego żelu krzemionkowego do włókna (22) wynosi około 20 - 80% wagowo.

19. Filtr według zastrz. 14, **znamienny tym**, że włókno (22) jest impregnowane włóknem węgla kokosowego, posiadającym współczynnik wypełnienia około 50%.

20. Filtr według zastrz. 14, **znamienny tym**, że włókno (22) posiada mikrownęki o wielkości około 3 denier na mikrownękę włókna, zaś węgiel i/lub amorficzny żel krzemionkowy mają wielkość cząstek od około 1 do 15 mikrometrów.

21. Filtr według zastrz. 14, **znamienny tym**, że filtr nie zawiera lepiszczy ani plastyfikatorów ani też zasadniczo nie zawiera lepiszczy ani plastyfikatorów.

22. Filtr według zastrz. 14, **znamienny tym**, że włókno (22) jest wypełnione amorficznym żelem krzemionkowym oraz włóknem węgla kokosowego.

23. Papieros z filtrem, mający budowę typu wkładka/przestrzeń/wkładka, zawierający wkładkę dolną, przestrzeń, wkładkę górną oraz tytoń, **znamienny tym**, że filtr zawiera włókno (22) zawierające otwarte mikrownęki, które są wypełnione węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym, i jest załadowany w przestrzeni (14), przy czym wkładka dolna (12), filtr znajdujący się w przestrzeni (14), wkładka górna (16) oraz tytoń (18) są otoczone owijką (20).

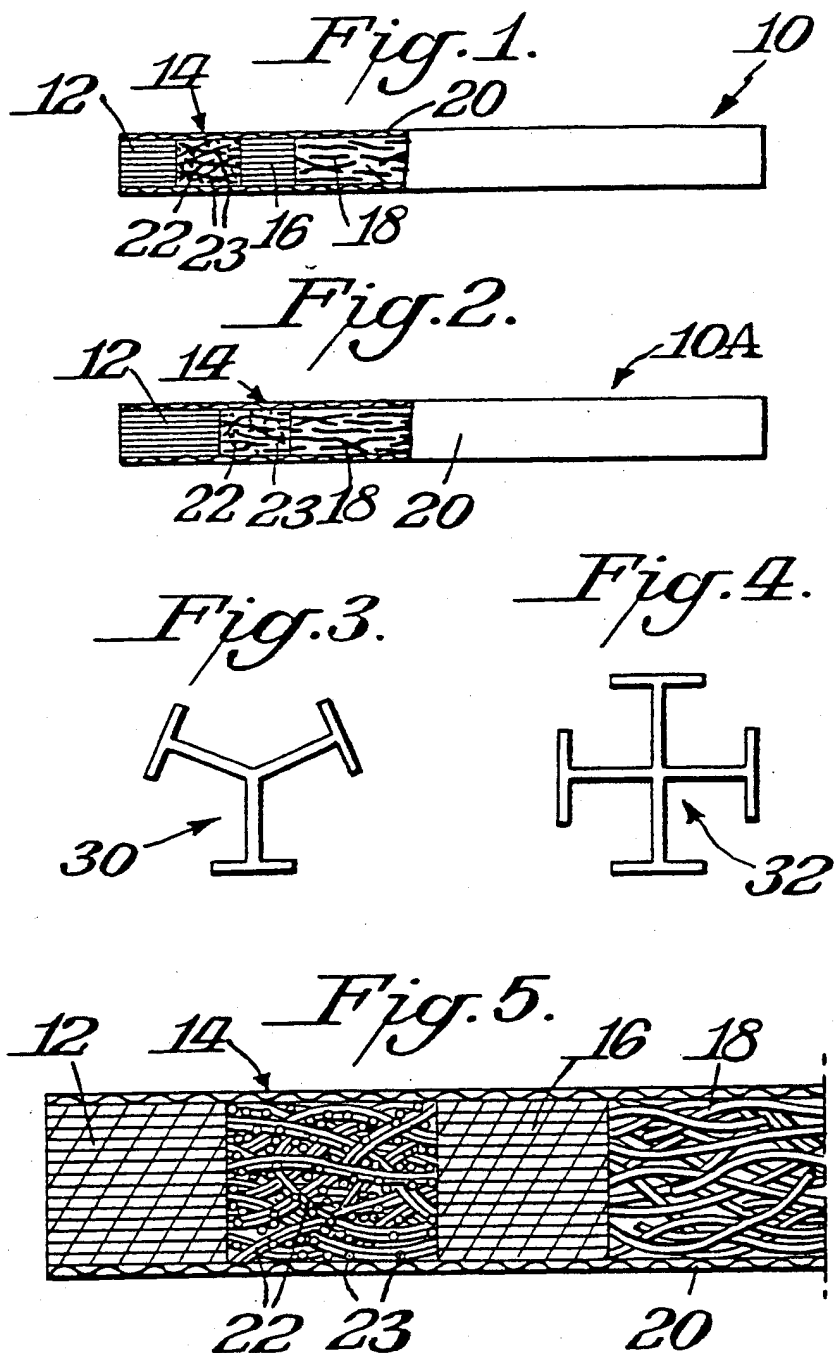
24. Papieros z filtrem mający budowę typu wkładka/przestrzeń, zawierający przestrzeń, wkładkę górną i tytoń, **znamienny tym**, że filtr zawiera włókno (22), zawierające otwarte mikrownęki, które są wypełnione węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym, i jest załadowany w przestrzeni (14), przy czym filtr znajdujący się w przestrzeni (14), wkładka górna (16) oraz tytoń (18) są otoczone owijką (20).

25. Sposób wytwarzania filtra papierosowego, zawierającego włókno, **znamienny tym**, że stosuje się włókno (22) zawierające otwarte mikrownęki wypełnione węglem i/lub amorficznym żelem krzemionkowym, przy czym węgiel i/lub amorficzny żel krzemionkowy poddaje się mechanicznemu

mieszaniu z włóknem (22), tak iż węgiel i/lub amorficzny żel krzemionkowy zostają zamknięte w mikrownękach.

26. Sposób wytwarzania filtra papierosowego, zawierającego włókno, **znamienny tym**, że stosuje się włókno (22) zawierające otwarte mikrownęki wypełnione węglem i/lub amorficznym żel krzemionkowym, i stosuje się etap elektrostatycznego oddziaływania włókna (22) z węglem i/lub amorficznym żel krzemionkowym, tak iż węgiel i/lub amorficzny żel krzemionkowy zostają zamknięte w mikrownękach.

Rysunki



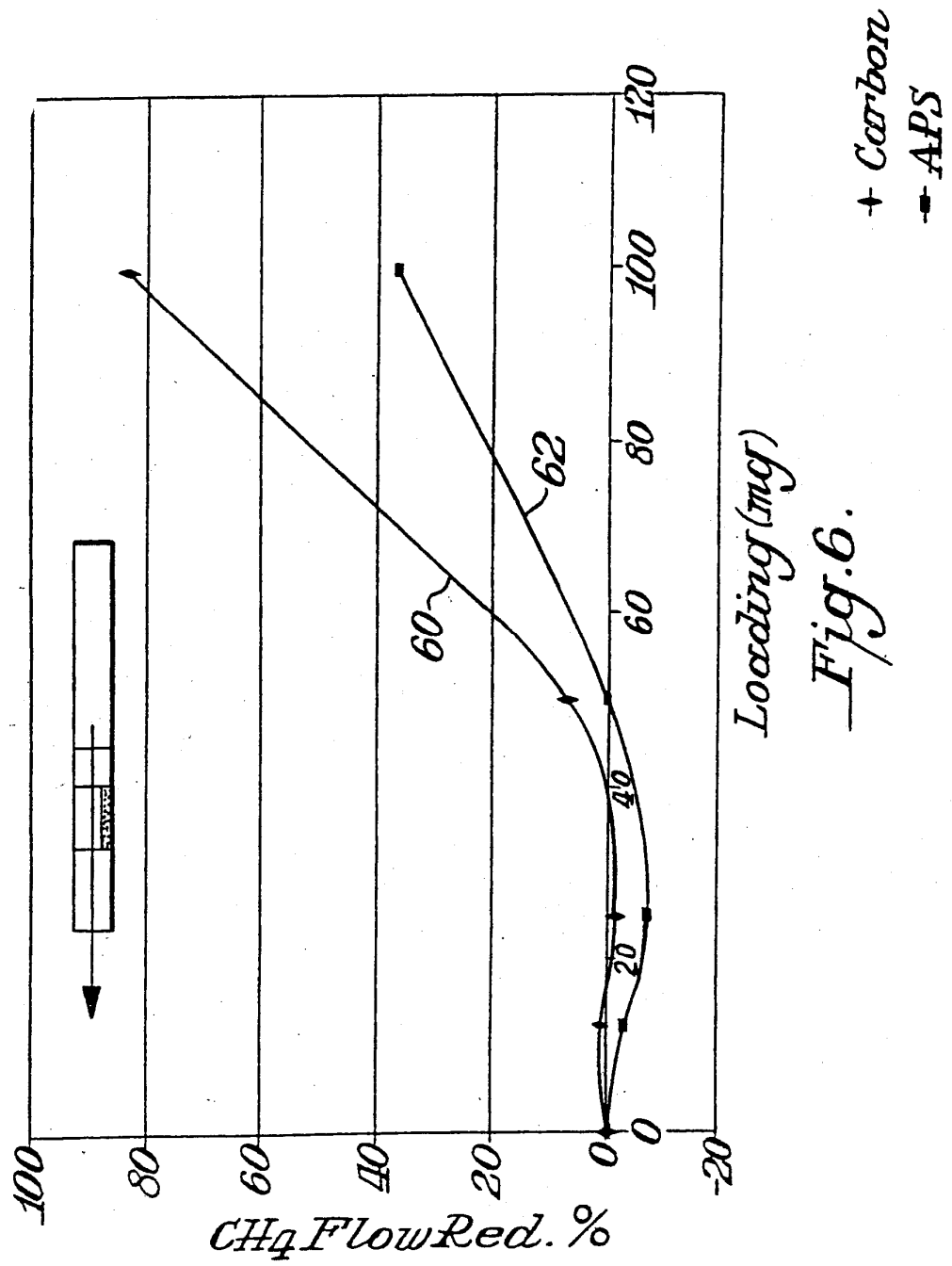


Fig. 6.

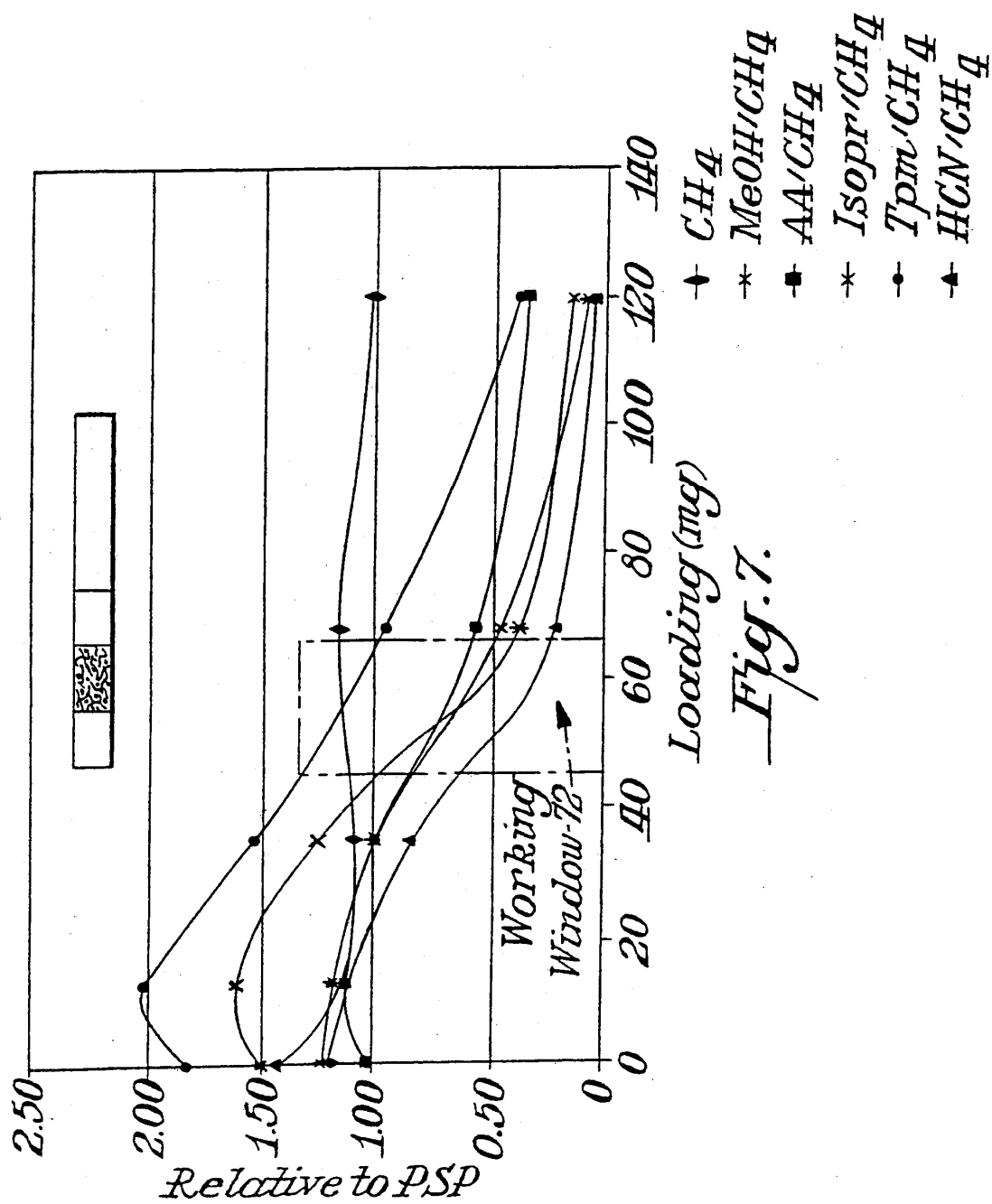
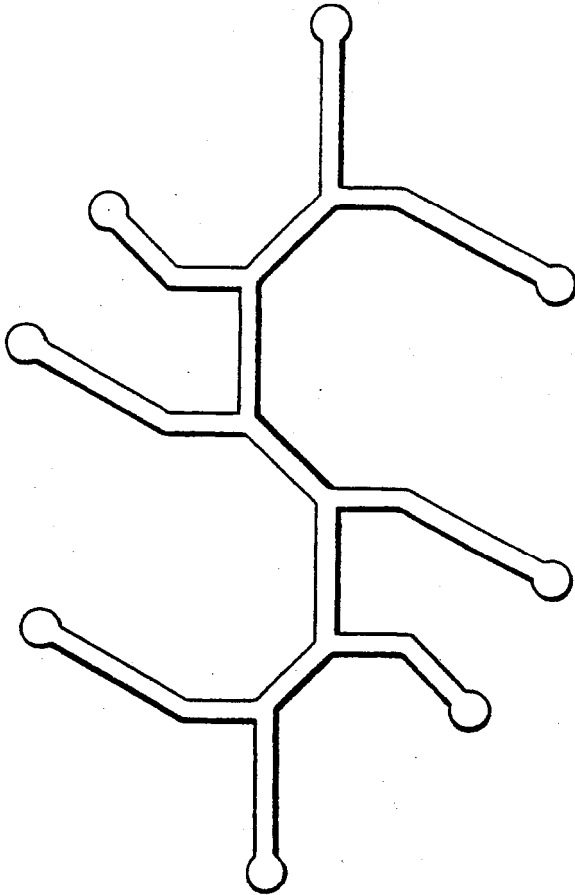
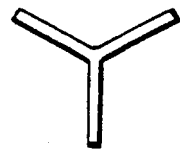
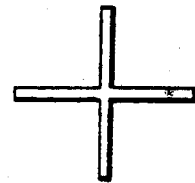
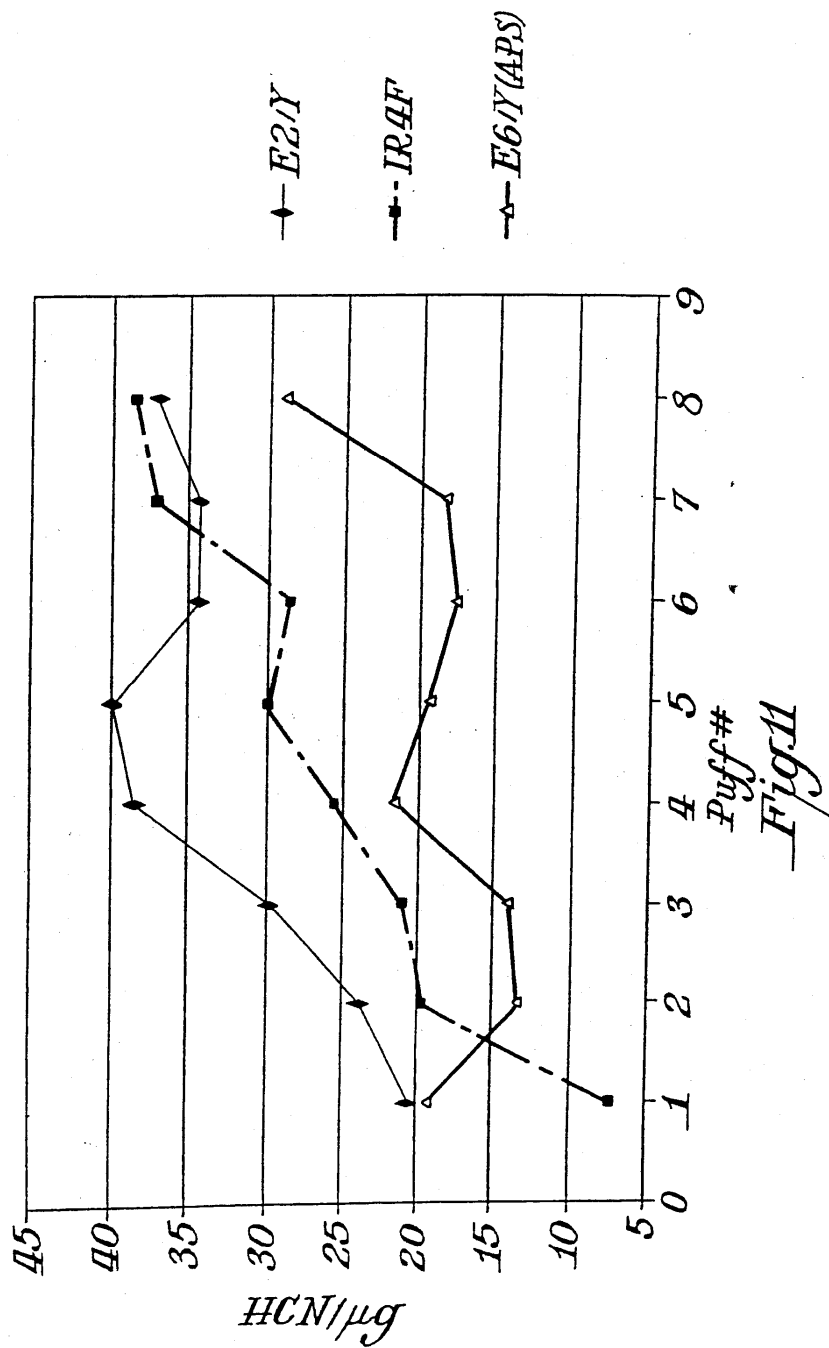


Fig. 7.

Fig. 10.*Fig. 8.**Fig. 9.*



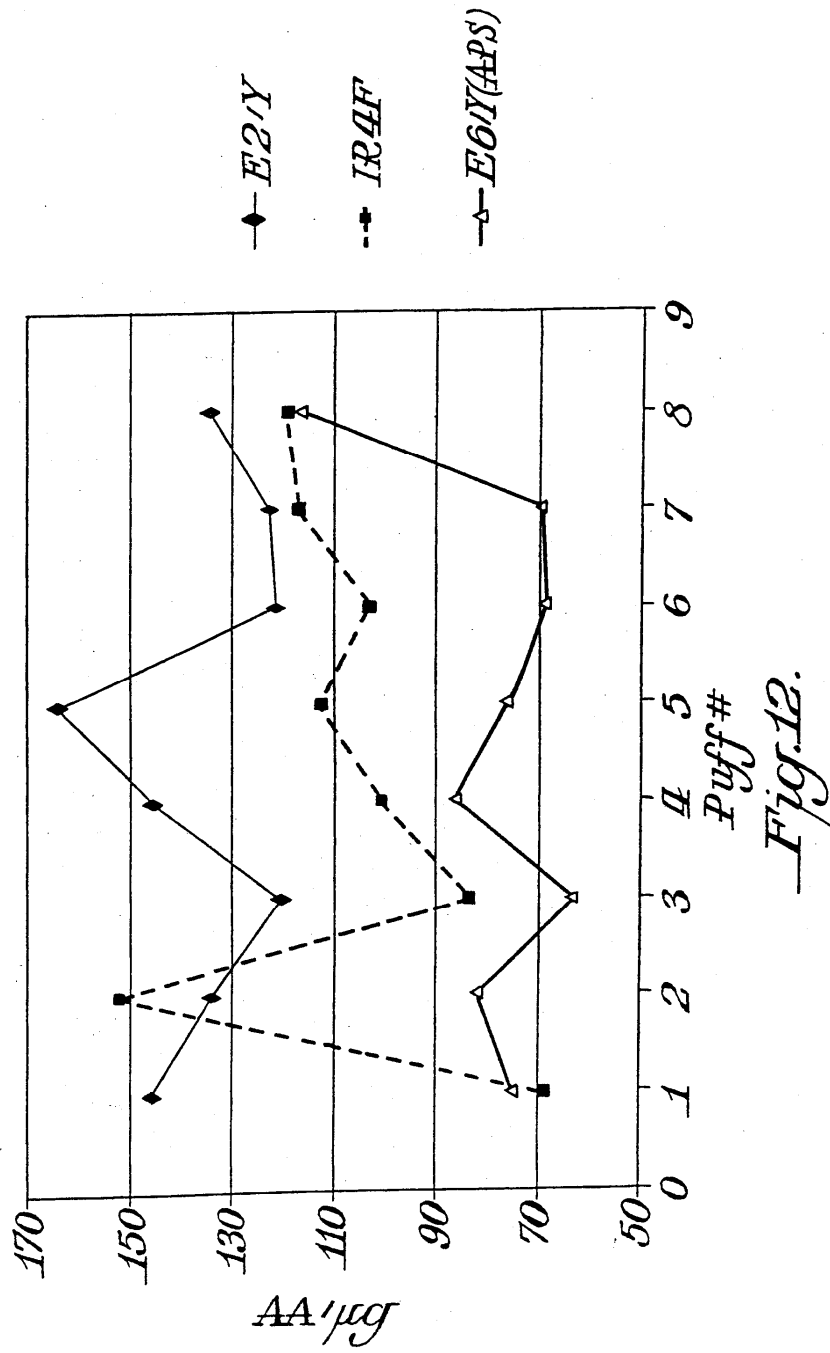


Fig. 12.

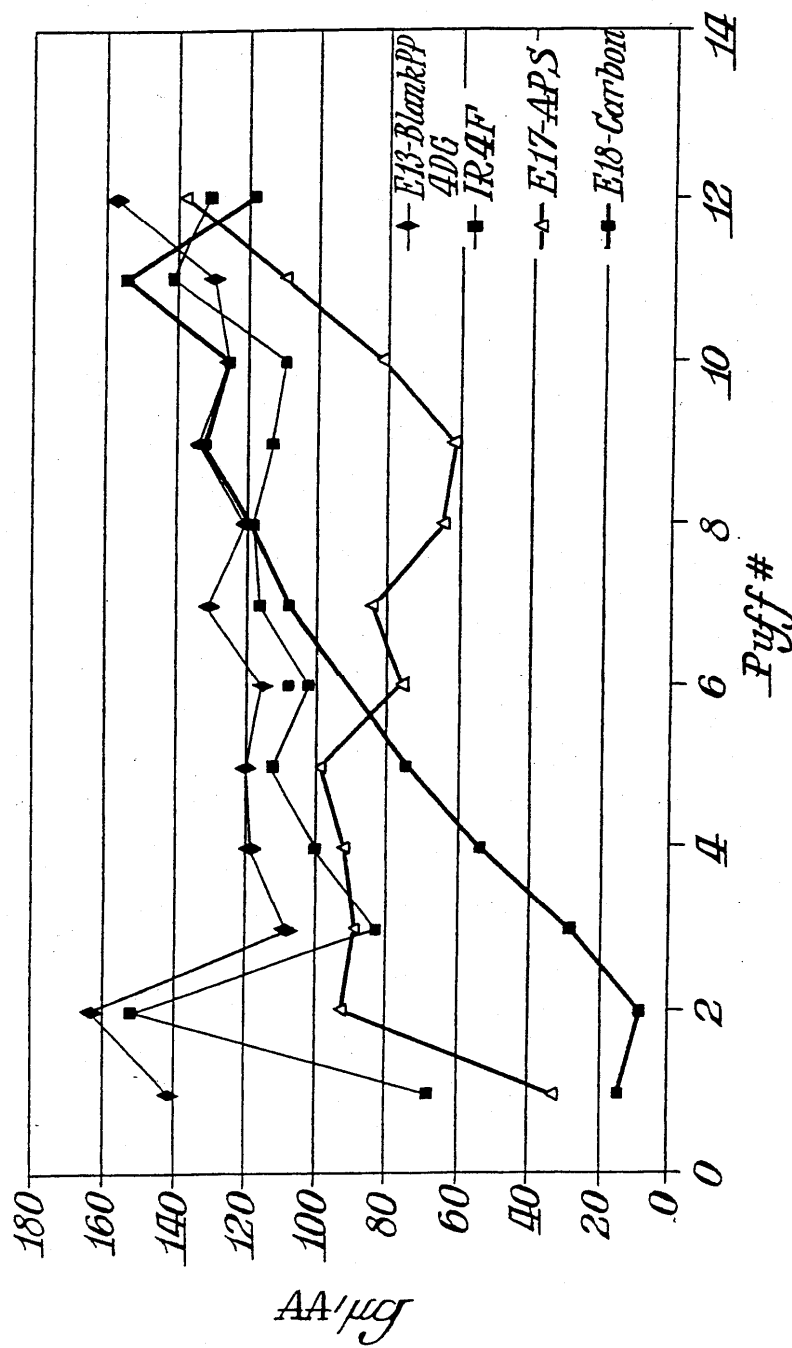


Fig. 13.

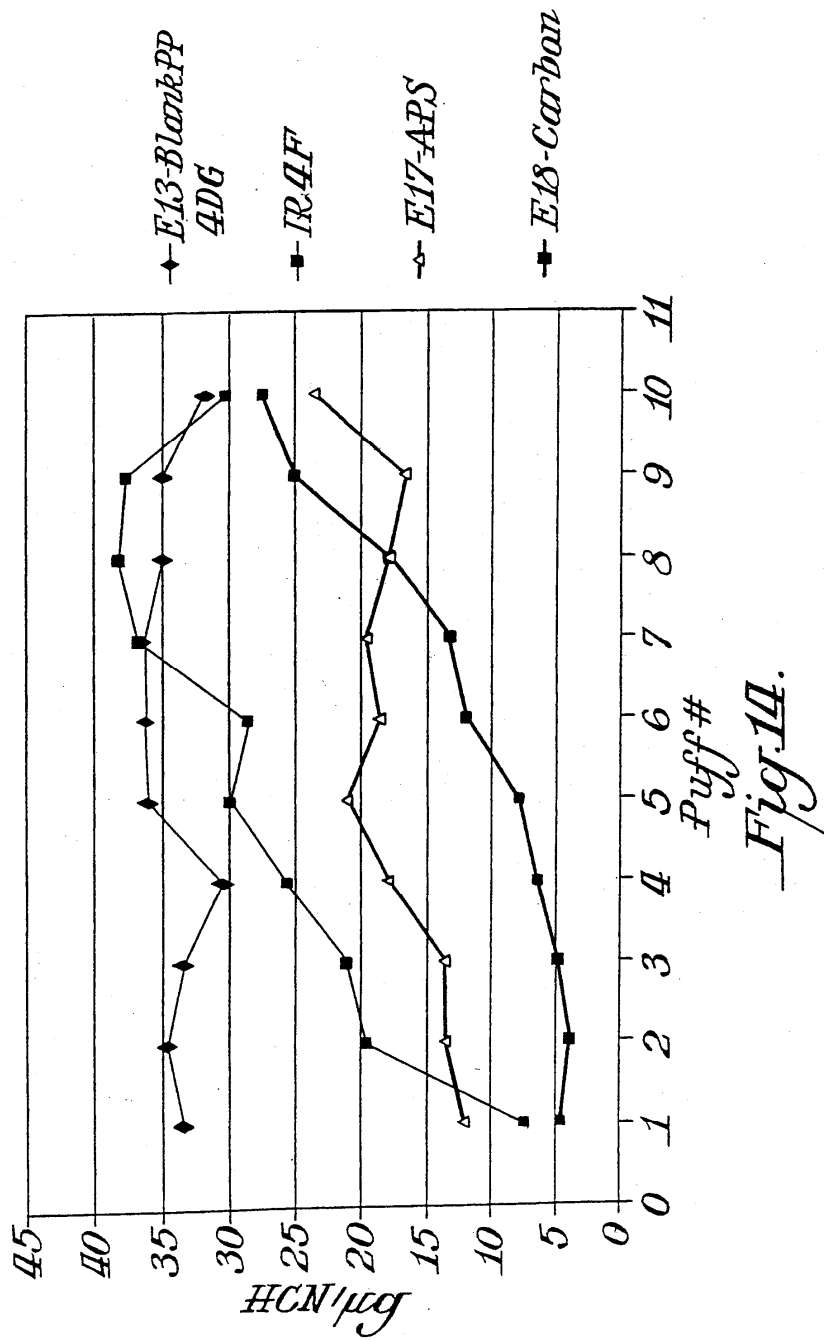


Fig. 14.

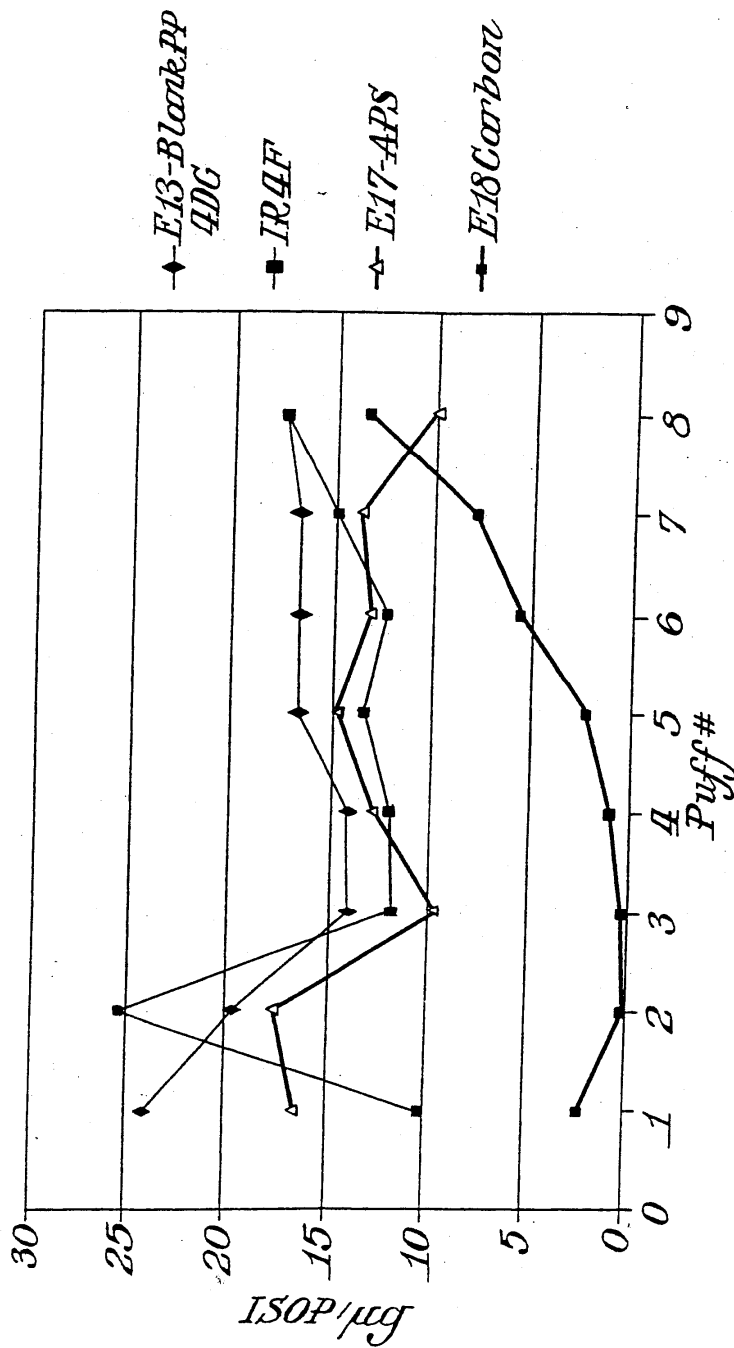
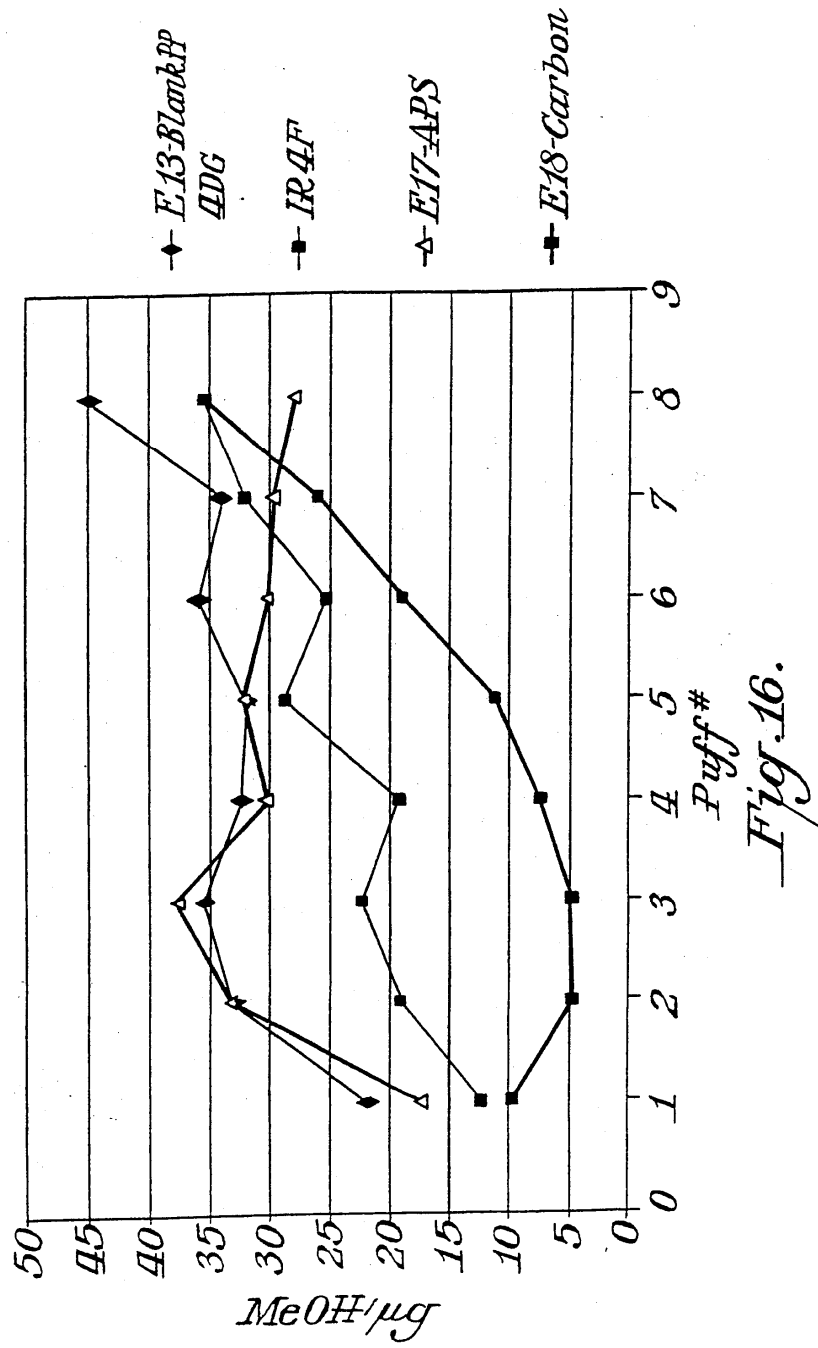
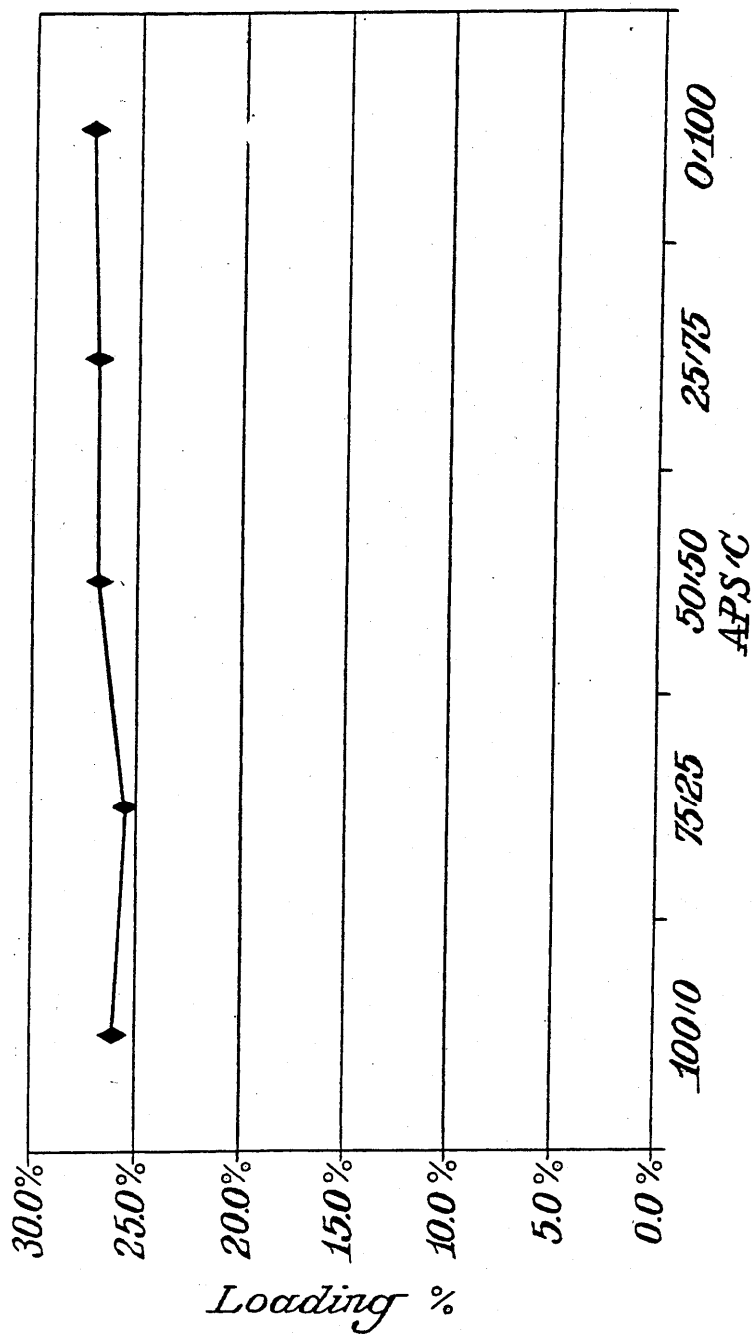


Fig. 15.



*Fig. 17.*