

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 243930 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **435825**

(22) Data zgłoszenia: **2020.10.29**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.05.02 BUP 18/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.10.30 WUP 44/2023**

(51) MKP:

B01D 53/96 (2006.01)

F01N 3/023 (2006.01)

C10L 10/06 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**PRZEDSIĘBIORSTWO INNOWACYJNO-
-WDROŻENIOWE EKOMOTOR SPÓŁKA
Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ,
Wrocław, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**KUŁAŻYŃSKI MAREK, Wrocław, PL
JERZY WALENDZIEWSKI, Wrocław, PL
ZBIGNIEW SROKA, Wrocław, PL
PIOTR RUTKOWSKI, Wrocław, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Bogusława Rzepecka-Reder,
Wrocław, PL**

(54) Tytuł:

Sposób regeneracji filtra cząstek stałych

PL 243930 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób regeneracji filtra cząstek stałych układu wydechowego z silników spalinowych.

Znany z patentu PL 207331 sposób usuwania sadzy z filtra ceramicznego uprzednio zdemontowanego z układu wydechowego silnika spalinowego, który odbywa się przez wypalanie sadzy, przykładowo używając palnika gazowego przy temperaturze od 850°C do 1000°C, a niedopały w postaci sadzy i zanieczyszczeń stałych usuwa się przez wstrząśnięcie ram wibracyjnych połączonych z obudową filtra, po czym układ filtrujący splukuje się za pomocą kolektorów wody wytwarzających strumień wody o ciśnieniu od 0,8 MPa do 1,2 MPa.

W patencie US4665690A przedstawiono układ wydechowy w którym zastosowano filtr cząstek stałych do wychwytywania palnych cząstek stałych zawartych w spalinach oraz urządzenie do wtryskiwania materiału wspomagającego spalanie do układu wydechowego przed filtrem cząstek stałych. Ponadto zapewniono obejściowy kanał wydechowy, który omija urządzenie do wtryskiwania materiału wspomagającego spalanie i filtr cząstek stałych, oraz środki zaworu sterującego przepływem, które kontrolują ilość spalin przepływających przez boczny kanał wydechowy, aby kontrolować ilość gazów spalinowych wpływających do filtra cząstek stałych, gdy wspomniany materiał wspomagający spalanie ma być wtryskiwany z urządzenia wtryskowego. Materiał wspomagający spalanie jest cieczą, która zawiera składnik katalityczny lub składnik węglowodorowy, a w opisanym przykładzie wykonania materiał jest cieczą i zawiera wodną emulsję składnika katalitycznego, która może zawierać od 0,05 do 0,5% wagowych rozpuszczalnego w wodzie związku jednego lub większej liczby metali z grupy platynowców (Pt, Pd, Rh, Ir) lub od 1 do 10% wagowych rozpuszczalnej w wodzie soli jednego lub więcej metali nieszlachetnych (V, Cu, Cr, Fe, Ni, Mo, Ca, Ba); 10 do 50% wagowych węglowodoru, takiego jak nafta, olej napędowy, olej ciężki, alkohol, keton (węglowodór zawierający tlen) itp.; i 1 do 10% wag. środka powierzchniowo czynnego do wprowadzenia węglowodoru do roztworu. Materiał wspomagający spalanie jest wtryskiwany poprzez środki sterujące tylko wtedy, gdy temperatura spalin przed filtrem DPF jest niższa niż temperatura zadana określona z uwzględnieniem temperatury wrzenia rozpuszczalnika. Zastosowanie emulsji wodnej nie gwarantuje dobrego wymieszania z węglowodorami, co może spowodować niedostateczny kontakt fazy aktywnej z depozytem węglowym filtra DPF, a tym samym krótki, niedostateczny cykl jego wypalania.

Obecnie coraz częściej stosowany jest układ wydechowy silnika Diesla, układ CRT (od ang. Continuous Regeneration Trap) – zintegrowany układ łączący utleniający reaktor katalityczny z filtrem cząstek stałych, w których spaliny najpierw przepływają przez ceramiczny wkład reaktora katalitycznego utleniającego, w których zachodzą reakcje utleniania tlenku węgla, węglowodorów, jak również tlenku azotu NO do dwutlenku azotu NO₂, który jest niezbędny w procesie samooczyszczania ceramicznego filtra cząstek stałych DPF, znajdującego się w drugiej części układu CRT. Filtr cząstek stałych ma postać układu równoległych kanałów prostopadłościennych, z których połowa jest zaślepią po stronie wlotu filtra, zaś druga połowa po stronie wylotu, przy czym układ zaślepek tworzy wzór szachownicy. W ten sposób każdy kanał otwarty od strony wlotu sąsiaduje z czterema kanałami otwartymi od strony wylotu; spaliny opuszczające układ muszą pokonać ceramiczne ścianki kanałów, zatrzymujące cząstki stałe. W celu usunięcia tych cząstek w układzie CRT zastosowano technikę tzw. ciągłej regulacji filtra. Układ ten pracuje w temperaturze 200 – 450°C. Opisany jest w bibliografii Jerzego Merksza: Ekologiczne problemy silników spalinowych. T. 2. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1999, s. 286. ISBN 83-7143-039-6. Do prawidłowego działania tego układu wymagana jest niska zawartość siarki w paliwie <50 ppm.

System ten zastosowano w patencie PL/EP 3311011, w którym obsługiwany jest przez układ oczyszczania spalin, który osadza sadzę na filtrze cząstek stałych i ustala jej wartości progowe, przy czym określona zawartość sadzy regulowana jest przez krótkotrwałą zmianę parametrów silnika a następnie umożliwia wypalanie sadzy za pomocą zawartego w swej konstrukcji układu opartego w ramach interakcji sterownika silnika, sterownika oczyszczania spalin i nadrzędnego sterowania; oraz w patencie PL/EP 1817096 zastosowano sposób obniżania temperatury zapłonu sadzy lub temperatury utleniania sadzy odfiltrowanej od gazów spalinowych silnika z zapłonem samoczynnym, poprzez etap kontaktowania gazów spalinowych ze środkiem katalitycznym w katalitycznym filtrze sadzy, zawierającego w sobie porowaty element filtracyjny powleczony środkiem – katalitycznym, na którym sadza z gazów spalinowych osadza się w kontakcie ze środkiem katalitycznym, gdy gazy spalinowe przechodzą przez

porowaty materiał filtracyjny i tak, że obniża się temperatura zapłonu lub temperatura utleniania osadzonej sadzy, przy czym środek katalityczny składa się z metalu alkalicznego, ceru, tlenu i ewentualnie metalu z grupy platynowców i/lub cyrkonu, przy czym stosunek molowy metalu alkalicznego do ceru środka katalitycznego wynosi od 0,5 do 5. Następnie temperaturę gazów spalinowych podnosi się do temperatury około 500°C, stosując elektryczny podgrzewacz spalin; z kolei w patencie EP1837076 filtr cząstek stałych DPF, posiada powłokę katalityczną zawierającą składnik z metalu z grupy platynowców (PGM) i składnik w postaci tlenku metalu. Składnikiem tlenku metalu może być związek miedzi $\text{CuO-La}_2\text{CuCO}_4$ i/lub tlenek kobaltu Co_3O_4 lub mieszanina tlenku kobaltu Co_3O_4 i tlenku żelaza Fe_2O_3 a składnikiem PGM może być Pt, Pt-Pd lub Pd. Ta kompozycja powłoki katalitycznej pozwala na zmniejszenie emisji NO_2 podczas regeneracji katalizowanego filtra DPF. Takie postępowanie dotyczy normalnej eksploatacji filtra a nie regeneracji niedrożnego filtra.

Również znany jest z opisu wynalazku DE102005012525A1 sposób inicjowania procesu regeneracji filtra DPF i jego kontroli poprzez zmianę dławienia przepływu spalin zaworem dławiącym przed wlotem ich do filtra. Dławienie wyzwalające proces regeneracji jest korzystnie ustawione w taki sposób, aby spaliny miały możliwie jak najwyższą temperaturę. Zastosowano katalizator tworzony z dodatku dodawanego do paliwa silnikowego, przy czym dodatek jest dodawany do zbiornika paliwa lub do przewodu paliwowego przed pompą wtryskową, lub dodaje się do przewodu powrotnego paliwa. Dodatek jest dodawany w sposób ciągły, aż paliwo w zbiorniku osiągnie żądane stężenie tego dodatku. Przed filtrem DPF jest podłączony co najmniej jeden element akumulujący ciepło, korzystnie korpus ceramiczny pokryty katalityczną powłoką. Korzystnie, gdy silnik pracuje przy stałym punkcie obciążenia, a dławienie jest ustawione w taki sposób, że silnik pracuje w pobliżu wartości granicznej lambda.

Znane jest z opisu wynalazku WO03040270A2 paliwo lub dodatek do paliwa, które zawiera tlenek ceru, którego celem jest działanie jako katalizator w redukcji toksycznych gazów spalinowych podczas spalania paliwa a w silnikach wysokoprężnych może pełnić funkcję wypalania cząstek sadzy w filtrze DPF. Paliwo lub dodatek do paliwa według wynalazku zawierający jedną lub więcej cząstek tlenku ceru, które zostały domieszkowane dwuwartościowym lub trójwartościowym metalem lub metaloidem, który jest metalem ziem rzadkich, metalem przejściowym lub metalem z grupy IIA, IIIB, VB lub VIB układu okresowego i polarny lub niepolarny rozpuszczalnik organiczny. Przykładowo jako katalizatory mogą być obecne organiczne związki metali z grupy platynowców i powinny one być rozpuszczalne w paliwie, przykładowo obejmować związki platyny lub palladu i rodu oraz mieszaniny dwóch lub więcej z nich. Zastosowanym metalem może być między innymi miedź, żelazo, mangan, chrom, kobalt lub wanad. Jest to dodatek do normalnego paliwa jako jego uszlachetniacz a jego użycie jak wynika z opisu jest niewystarczające do przeprowadzenia regeneracji in situ filtra DPF, tylko co najwyżej do jego oczyszczania podczas pracy silnika spalinowego. Powyższe rozwiązania stosowane są w redukcji toksycznych składników gazów spalinowych podczas spalania paliwa, a w silnikach spalinowych do oczyszczania filtra DPF w warunkach ściśle określonych, w warunkach zadanych przez środki sterujące, czyli ustabilizowanej ilości cząstek sadzy doprowadzanej do filtra DPF, celem jej oczyszczenia w czasie jego eksploatacji podczas jazdy. Z uwagi na nieprzewidziane procesy spalania paliwa podczas pracy silnika spalinowego i niekontrolowany wzrost cząstek sadzy na powierzchni filtra DPF z czasem pojawia się depozyt węglowy. Wówczas filtr nie może być dłużej eksploatowany z uwagi na drastyczny wzrost przeciwciśnienia na filtrze DPF, sygnalizowany przez środki kontrolne, pomimo zastosowania powyżej przytoczonych sposobów jego czyszczenia do podwyższenia temperatury filtra sadzy. Ponadto przewidziano warianty wykonania wynalazku w których dodatek lub produkt jego konwersji jest wprowadzany w sposób ciągły, lub nieciągły oraz, że dodatek wprowadza się poprzez urządzenie sterujące w zależności od stężenia sadzy w spalinach lub w funkcji przeciwciśnienia spalin na filtrze lub, że dodatek wprowadza się do układu wydechowego przez odparowanie ciała stałego lub przez odparowanie płynu.

Znany jest z patentu EP1520964 B1 Sposób regeneracji filtra sadzy, który jest umieszczony w układzie wydechowym silnika spalinowego diesla, obejmujący etapy: dostarczenie dodatku działającego na filtr sadzy podczas regeneracji oraz podwyższenie temperatury filtra sadzy tak, aby osadzające się na nim cząsteczki sadzy utleniały się, który charakteryzuje się tym, że dodatek lub produkt konwersji jest wprowadzany do układu wydechowego w miejscu między silnikiem spalinowym a filtrem sadzy. Układ wydechowy wyposażony jest w urządzenie do regeneracji filtra sadzy, które zawiera jednostkę sterującą zarządzającą dostarczaniem dodatku oraz urządzeniem grzewczym do podwyższenia temperatury filtra sadzy. Ponadto przewidziano warianty wykonania wynalazku w których dodatek lub produkt

jego konwersji jest wprowadzany w sposób ciągły, lub nieciągły oraz, że dodatek wprowadza się poprzez urządzenie sterujące w zależności od stężenia sadzy w spalinach lub w funkcji przeciwności spalin na filtrze lub, że dodatek wprowadza się do układu wydechowego przez odparowanie ciała stałego lub przez odparowanie płynu. Układ wydechowy silnika spalinowego, w szczególności silnika spalinowego Diesla, z filtrem sadzy i urządzeniem do regeneracji filtra sadzy charakteryzuje się tym, że urządzenie do regeneracji sadzy filtra posiada jednostkę przetwarzającą za pomocą której dodatek zawierający katalizator do regeneracji lub produkt jego reakcji może być wprowadzany do układu wydechowego za silnikiem spalinowym a przed filtrem sadzy. Do jednostki przetwarzającej jest przyporządkowany zbiornik magazynowy dodatku oraz jest przyporządkowane urządzenie dozujące, które jest połączone z jednostką sterującą. Z kolei jednostka przetwarzająca zawiera urządzenie przetwarzające dodatek zawierający katalizator, zawiera palnik lub element grzewczy oraz współpracuje z czujnikiem sadzy, z elektronicznym sterowaniem silnika, z systemem zarządzania filtrami. Dodatek zawierający katalizator jest zawarty w ciekłym ośrodku, którym jest rozpuszczalnik wodny i/lub organiczny lub paliwo. Dodatek zawierający katalizator występuje w postaci stałej, gazowej, ciekłego metalu. Usytuowanie urządzenia do regeneracji filtra sadzy z zaworem dozującym, który umieszczony jest w układzie spalinowym pomiędzy silnikiem spalinowym Diesla a filtrem sadzy sugeruje, że jest to proces wypalania sadzy w spalinach opuszczających silnik diesla po procesie spalania paliwa – oleju napędowego w przewodzie wydechowym układu spalinowego silnika diesla, co pozwala chronić filtr sadzy przed gromadzeniem się na nim większych ilości sadzy, ale nie następuje regeneracja filtra sadzy a tylko wypalanie sadzy przed filtrem sadzy. Regeneracja filtra sadzy nastąpi podczas podgrzewania go do odpowiedniej temperatury przez urządzenie grzewcze i w tym momencie może nastąpić wypalanie termiczne filtra sadzy.

Celem rozwiązania według wynalazku jest opracowanie prostego, ekonomicznego i uniwersalnego sposobu regeneracji filtra cząstek stałych DPF ze złożeń depozytu węglowego, i umożliwiającego przywrócenie jego sprawności do tego stopnia, aby następowała prawidłowa eksploatacja układu wydechowego charakteryzująca się wysokim stopniem sprawności i skuteczności działania.

Istota rozwiązania według wynalazku charakteryzuje się tym, że na powierzchnię depozytu węglowego filtra cząstek stałych DPF, który stanowi element układu wydechowego silnika, wprowadza się jednorazowo fazę aktywną w postaci roztworu mieszaniny nanocząstek metali i rozpuszczalnika wodnego lub organicznego lub gazowego, w której cząstki nanocząstek metali są o wymiarach do 200 nm, zmieszanych z paliwem regeneracyjnym w ilości od 0,04 g/dm³ do 0,1 g/dm³, lub z tym udziałem odpowiednio dla paliwa gazowego, przy czym filtr cząstek stałych DPF eksploatowany jest w miejscu, gdzie temperatura spalin w układzie wydechowym silnika osiąga wartość od 200°C do 800°C, przy czym fazę aktywną wprowadza się:

- a) za pośrednictwem dodatkowej ilości paliwa regeneracyjnego wprowadzanej poprzez układ paliwowy silnika spalinowego, lub
- b) za pośrednictwem dodatkowego paliwa regeneracyjnego, które jest wtryskiwane bezpośrednio poprzez wtryskiwacz usytuowany od strony wlotu spalin na filtr cząstek stałych DPF, lub
- c) za pośrednictwem roztworu gazowego w postaci aerozolu wprowadzając go inżektorowo bezpośrednio na powierzchnię depozytu węglowego filtra cząstek stałych DPF, do zdemontowanego uprzednio z układu wydechowego silnika filtra cząstek stałych DPF, od strony wlotu filtra cząstek stałych DPF, przy jednoczesnym zastosowaniu podciśnienia od strony wylotu filtra cząstek stałych DPF przed jego ponownym montażem w układzie wydechowym silnika,

a następnie zostaje uruchamiany silnik i przy jego zmiennym obciążeniu w czasie do 30 minut następuje regeneracja filtra cząstek stałych DPF, przy czym do roztworu wodnego lub organicznego nanocząstek fazy aktywnej dodatkowo wprowadza się związki powierzchniowo czynne.

Korzystnie, gdy fazę aktywną stanowią metale: platyna, pallad, srebro w formie metalicznej lub tlenkowej, lub tlenki: żelaza, wolframu, kobaltu, molibdenu, niklu, miedzi, manganu, ceru, tytanu. Korzystnie, gdy związki powierzchniowo czynne występują w postaci: surfaktyny, soli sodowej kwasu alki-benzenosulfonowego, eteru nonylofenylowego kopolimeru tlenku etylenu lub tlenku propylenu.

Przykład 1

Do filtra cząstek stałych DPF mechanicznego lub katalitycznego, który wymaga regeneracji, i który podłączony jest do układu wydechowego silnika, wprowadza się fazę aktywną w postaci roztworu 0,04 g/dm³ mieszaniny nanocząstek platyny o wymiarach cząstek do 200 nm, w formie metalicznej lub tlenkowej w rozpuszczalniku organicznym w postaci estru metylowego oleju rzepakowego, dodanych

jednorazowo jako dawka regeneracyjna do paliwa w ilości 5 cm na 20 dm³ paliwa poprzez układ paliwowy silnika spalinowego. Po wprowadzeniu fazy aktywnej do paliwa, uruchamiane jest silnik i prowadzi się regenerację filtra przy zmiennym obciążeniu silnika przez okres do 30 minut, aż do wyłączenia lampki układu sygnalizacji zapchania filtra.

Przykład 2

Do filtra cząstek stałych DPF jak w przykładzie 1, wprowadza się fazę aktywną w postaci roztworu 0,04 g/dm³ mieszaniny nanocząstek palladu o wymiarach cząstek do 200 nm, w formie metalicznej lub tlenkowej dodanych jednorazowo do paliwa jako dawka regeneracyjna.

Przykład 3

Do filtra cząstek stałych (DPF) jak w przykładzie 1, wprowadza się jako fazę aktywną 0,09 g/dm³ mieszaniny nanocząstek srebra, o wymiarach cząstek do 200 nm, w formie metalicznej lub tlenkowej dodanych do paliwa jako dawka regeneracyjna.

Przykład 4

Do filtra cząstek stałych (DPF) jak w przykładzie 1, wprowadza się jako fazę aktywną 0,1 g/dm³ mieszaniny nanocząstek tlenku żelaza, o wymiarach cząstek do 200 nm, dodanych do paliwa jako dawka regeneracyjna.

Przykład 5

Do filtra cząstek stałych (DPF) jak w przykładzie 1, wprowadza się jako fazę aktywną 0,1 g/dm³ mieszaniny nanocząstek tlenku wolframu, o wymiarach cząstek do 200 nm, dodanych do paliwa, jako dawka regeneracyjna.

Przykład 6

Do filtra cząstek stałych (DPF) jak w przykładzie 1, wprowadza się jako fazę aktywną 0,1 g/dm³ mieszaniny nanocząstek tlenku kobaltu, o wymiarach cząstek do 200 nm, dodanych do paliwa jako dawka regeneracyjna.

Przykład 7

Do filtra cząstek stałych (DPF) jak w przykładzie 1, wprowadza się jako fazę aktywną 0,1 g/dm³ mieszaniny nanocząstek tlenku molibdenu, o wymiarach cząstek do 200 nm, dodanych do paliwa jako dawka regeneracyjna.

Przykład 8

Do filtra cząstek stałych (DPF) jak w przykładzie 1, wprowadza się jako fazę aktywną 0,1 g/dm³ mieszaniny nanocząstek tlenku niklu, o wymiarach cząstek do 200 nm, dodanych do paliwa jako dawka regeneracyjna.

Przykład 9

Do filtra cząstek stałych DPF jak w przykładzie 1, wprowadza się jako fazę aktywną 0,1 g/dm³ mieszaniny nanocząstek tlenku miedzi, o wymiarach cząstek do 200 nm, dodanych do paliwa jako dawka regeneracyjna.

Przykład 10

Do filtra cząstek stałych DPF jak w przykładzie 1, wprowadza się jako fazę aktywną 0,1 g/dm³ mieszaniny nanocząstek tlenku manganu, o wymiarach cząstek do 200 nm, dodanych do paliwa jako dawka regeneracyjna.

Przykład 11

Do filtra cząstek stałych DPF jak w przykładzie 1, wprowadza się jako fazę aktywną 0,08 g/dm³ mieszaniny nanocząstek tlenku ceru, o wymiarach cząstek do 200 nm, dodanych do paliwa jako dawka regeneracyjna.

Przykład 12

Do filtra cząstek stałych DPF jak w przykładzie 1, wprowadza się jako fazę 0,08 g/dm³ mieszaniny nanocząstek tlenku tytanu, o wymiarach cząstek do 200 nm, dodanych do paliwa jako dawka regeneracyjna.

Przykład 13

Do paliwa regeneracyjnego dodajemy fazy aktywne jak w przykładach 1–12 po czym jest ono wtryskiwane bezpośrednio do filtra cząstek stałych DPF za pośrednictwem wtryskiwacza doprowadzającego je od strony wlotu spalin na filtr cząstek stałych DPF, a następnie uruchamiany jest silnik

i z wykorzystaniem paliwa regeneracyjnego przy zmiennym jego obciążeniu w czasie do 30 minut i wówczas następuje regeneracja filtra DPF przez wypalenie depozytów węglowych.

Przykład 14

Z układu wydechowego silnika należy wymontować filtr cząstek stałych DPF, aby poddać go regeneracji, po czym wprowadzamy jedną z faz aktywnych podanych w przykładach 1–12, za pośrednictwem roztworu rozpuszczalnika wodnego i mieszaniny nanocząstek metali wprowadzając je bezpośrednio od strony wlotu filtra cząstek stałych DPF inżektorowo w postaci aerozolu przy jednoczesnym zastosowaniu podciśnienia od strony wylotu filtra cząstek stałych DPF. Następnie ponownie montujemy jego w układzie wydechowym silnika, uruchamiany jest silnik przy zmiennym obciążeniu w czasie do 30 minut i wówczas filtr cząstek stałych DPF jest regenerowany przez wypalenie depozytów węglowych.

Przykład 15

Do filtra cząstek stałych DPF wprowadzamy jedną z faz aktywnych mieszaniny nanocząstek metali lub tlenków metali z podanych w przykładach 1–14, za pośrednictwem rozpuszczalnika organicznego – oleju napędowego wprowadzanego jednorazowo do paliwa, paliwa regeneracyjnego lub wprowadzanego bezpośrednio na powierzchnię zdemontowanego filtra cząstek stałych DPF i dodatkowo wprowadza się do roztworu fazy aktywnej związku powierzchniowo czynne w postaci surfaktyny o stężeniu $0,04 \text{ g/dm}^3$ w ilości 1 ml na litr roztworu fazy aktywnej.

Przykład 16

Do jednej z faz aktywnych jak w przykładzie 15 wprowadza się związki powierzchniowo czynne w postaci sól sodową kwasu alkilobenzenosulfonowego o stężeniu $0,04 \text{ g/dm}^3$ w ilości 1 ml na litr roztworu fazy aktywnej.

Przykład 17

Do jednej z faz aktywnych jak w przykładzie 15 wprowadza się związek powierzchniowo czynny w postaci eteru nonylofenylowego kopolimeru tlenku etylenu lub tlenku propylenu o stężeniu $0,04 \text{ g/dm}^3$ w ilości 1 ml na litr roztworu fazy aktywnej.

Zaletą sposobu regeneracji filtra cząstek stałych układu wydechowego silnika spalinowego według wynalazku jest to, że sposób według wynalazku może mieć zastosowanie w każdym układzie wydechowym silników spalinowych, zarówno o zapłonie iskrowym jak i samoczynnym, posiadających katalityczne i niekatalityczne filtry cząstek stałych DPF wykonane z dowolnego materiału oraz wyposażone w systemy środków sterujących ciągłym samooczyszczaniem filtra cząstek stałych DPF. Skuteczność usuwania złożeń depozytu węglowego z filtra cząstek stałych DPF podczas jego regeneracji wynosi powyżej 90% z uwagi na zastosowanie fazy aktywnej w postaci roztworu z nanocząsteczkami metali w odpowiedniej ilości, zaś nanocząstki metali fazy aktywnej pozostają na filtrze cząstek stałych DPF po procesie wypalania sadzy i stanowią nowe źródło fazy aktywnej wspomagające samooczyszczanie cząstek stałych filtra DPF w czasie dalszej normalnej jego eksploatacji.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób regeneracji filtra cząstek stałych silnika spalinowego w postaci filtra mechanicznego lub katalitycznego przy użyciu fazy aktywnej w postaci roztworu mieszaniny nanocząstek metali i rozpuszczalnika wodnego lub organicznego lub gazowego, **znamienny tym**, że na powierzchnię depozytu węglowego filtra cząstek stałych DPF, który stanowi element układu wydechowego silnika, wprowadza się jednorazowo fazę aktywną w postaci roztworu mieszaniny nanocząstek metali i rozpuszczalnika wodnego lub organicznego lub gazowego, w której cząstki nanocząstek metali są o wymiarach do 200 nm, zmieszanych z paliwem regeneracyjnym w ilości od $0,04 \text{ g/dm}^3$ do $0,1 \text{ g/dm}^3$, lub z tym udziałem odpowiednio dla paliwa gazowego, przy czym filtr cząstek stałych DPF eksploatowany jest w miejscu, gdzie temperatura spalin w układzie wydechowym silnika osiąga wartość od 200°C do 800°C , przy czym fazę aktywną wprowadza się:
 - a) za pośrednictwem dodatkowej ilości paliwa regeneracyjnego wprowadzanej poprzez układ paliwowy silnika spalinowego, lub
 - b) za pośrednictwem dodatkowego paliwa regeneracyjnego, które jest wtryskiwane bezpośrednio poprzez wtryskiwacz usytuowany od strony wlotu spalin na filtr cząstek stałych DPF, lub

- c) za pośrednictwem roztworu gazowego w postaci aerozolu wprowadzając go inżektorowo bezpośrednio na powierzchnię depozytu węglowego filtra cząstek stałych DPF, do zdemontowanego uprzednio z układu wydechowego silnika filtra cząstek stałych DPF, od strony wlotu filtra cząstek stałych DPF, przy jednoczesnym zastosowaniu podciśnienia od strony wylotu filtra cząstek stałych DPF przed jego ponownym montażem w układzie wydechowym silnika,
- a następnie zostaje uruchamiany silnik i przy jego zmiennym obciążeniu w czasie do 30 minut następuje regeneracja filtra cząstek stałych DPF, przy czym roztworu wodnego lub organicznego nanocząstek fazy aktywnej dodatkowo wprowadza się związki powierzchniowo czynne,
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że fazę aktywną stanowią metale: platyna, pallad, srebro w formie metalicznej lub tlenkowej, lub tlenki: żelaza, wolframu, kobaltu, molibdenu, niklu, miedzi, manganu, ceru, tytanu.
 3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że związki powierzchniowo czynne występują w postaci: surfaktyny, soli sodowej kwasu alkilobenzenosulfonowego, eteru nonylofenylowego kopolimeru tlenku etylenu lub tlenku propylenu.