

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10)

**PL 438885 A1**

(12)

## Opis zgłoszeniowy wynalazku (z daty zgłoszenia)

(21) Numer zgłoszenia: **438885**

(22) Data zgłoszenia: **2021.09.03**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.03.06 BUP 10/2023**

(51) MKP:

**F01N 3/023** (2006.01)

**F01N 3/10** (2006.01)

**F01N 13/00** (2010.01)

**B01D 53/56** (2006.01)

**B01D 53/94** (2006.01)

(71) Zgłaszający:

**ECOEXHAUST SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ  
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Warszawa, PL**

(72) Twórca(-y):

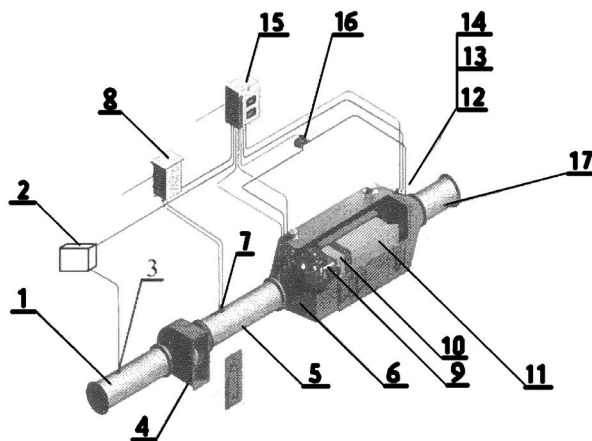
**TOMASZ SKULIMOWSKI, Warszawa, PL  
KAMIL LORC, Żary, PL**

(54) Tytuł:

**Układ do oczyszczania spalin z silnika statku wodnego, zwłaszcza morskiego**

(57) Skróć opisu:

Przedmiotem zgłoszenia jest układ do oczyszczania spalin z silnika statku wodnego, zwłaszcza morskiego. Układ zawiera dyszę (1) spalin z wtryskiem do niej paliwa pompą (2), połączoną z utleniającym katalizatorem (4). Wychożąca z tego katalizatora (4) rura miksująca (5) łączy się z blokiem (6) oraz z boku z dyszą (7) dozowania do niej mocznika pompą (8). Blok (6) mieści obejściowy zawór (9), filtry (10) cząstek stałych pokryte warstwą wanadową, katalizator (11) selektywnej katalizy redukcyjnej oraz czujniki: NO<sub>x</sub> (12), temperatury (13) i ciśnienia (14). Blok (6) jest połączony ze skrzynką (15) elektryczną oraz czujnikiem (16) różnicy ciśnień i zakończony dyszą (17) przesyłową.



### **Układ do oczyszczania spalin z silnika statku wodnego, zwłaszcza morskiego**

Przedmiotem wynalazku jest układ do oczyszczania spalin z silnika statku wodnego, zwłaszcza morskiego z zastosowaniem filtrów cząstek stałych (DPF) oraz katalizatora selektywnej katalizy redukcyjnej (SCR).

Każdy filtr w układzie oczyszczania spalin musi być regularnie czyszczony i opróżniany. Filtr cząstek stałych (DPF) wychwytuje i przechowuje sadzę w celu zmniejszenia emisji spalin. Na rynku systemów oczyszczania spalin silników dużej mocy dominują systemy oparte o regenerację aktywną i pasywną filtrów DPF. Aktywna regeneracja jest inicjowana, gdy ilość sadzy zgromadzonej w filtrze DPF osiągnie poziom około 45% całkowitej pojemności filtra DPF. Wówczas uruchamiany jest proces mieszania spalin z silnika ze spalinami z dodatkowego spalania paliwa. W ten sposób wydech staje się wystarczająco gorący, aby spalić całą sadzę zgromadzoną w filtrze DPF. Przed tym filtrem, do mieszaniny spalin dodawany jest mocznik w rurze miksującej o długości co najmniej 2,0 m. Odmiennie do tej regeneracji, regeneracja pasywna filtra DPF zachodzi w niższych temperaturach, gdy spaliny osiągają temperaturę około 350°C. W czasie regeneracji, dwutlenek azotu ze spalin reaguje z węglem cząstek sadzy, z czego powstaje tlenek węgla oraz tlenek azotu.

Znany jest z europejskiego patentu EP 3037635 system i metoda oczyszczania spalin na statku. System ten zawiera układ pierwszego kotła, układ mieszania połączony z silnikiem, urządzenie dozujące mocznik, reaktor SCR (selektywna redukcja katalityczna), układ drugiego kotła oraz absorber. Metoda oczyszczania spalin polega na doprowadzeniu spalin pochodzących z silnika

oraz spalin pochodzących z kotła do układu mieszania oraz mieszaniu spalin w celu utworzenia mieszaniny zwanej czynnikiem. Czynniki ten doprowadzany jest następnie do reaktora SCR, przy czym w czasie tego doprowadzania dodawany jest do niego mocznik, co wspomaga reakcję katalityczną w reaktorze SCR. W reaktorze tym następuje konwersja  $\text{NO}_x$  zawartego w czynniku na  $\text{N}_2$  oraz  $\text{H}_2\text{O}$  i odprowadzenie tak zredukowanego czynnika z reaktora SCR do układu drugiego kotła. Stąd, ochłodzony czynnik jest wyprowadzany do absorbera i dalej przez komin do atmosfery.

Celem wynalazku jest poprawa efektywności układu oczyszczania spalin, zwłaszcza z silnika statku morskiego.

Układ oczyszczania spalin z silnika statku wodnego, zwłaszcza morskiego połączonego poprzez dyszę spalin, utleniający katalizator spalin, rurę miksującą połączoną z pompą dozującą mocznik poprzez dyszę dozowania mocznika, co najmniej jeden filtr cząstek stałych DPF, katalizator selektywnej redukcji SCR z dyszą wylotową spalin oraz zawierający czujniki:  $\text{NO}_x$ , temperatury i ciśnienia, według wynalazku ma pompę wtrysku paliwa połączoną kanałem paliwowym z dyszą spalin przed utleniającym katalizatorem stanowiącym katalizator DOC. Ponadto, układ ma czujnik różnicy ciśnień połączony z blokiem zawierającym obejściowy zawór By-pass połączony z dyszą spalin i dyszą wylotową, a także ma filtr/filtry cząstek stałych DPF i katalizator SCR oraz czujniki:  $\text{NO}_x$ , temperatury i ciśnienia. Każdy/e filtr/filtry cząstek stałych DPF ma/mają wanadową warstwę, natomiast długość rury miksującej nie przekracza 1,5 m i najlepiej, gdy wynosi 1,25 m.

Układ zapewnia osiągnięcie efektów znanych układów, na przykład: pasywną i aktywną redukcję cząstek stałych w spalinach, obniżenie temperatury

spalin do przeprowadzenia regeneracji aktywnej filtrów DPF poprzez wcześniejsze zmieszanie spalin z mocznikiem czy oczujnikowanie układu czujnikami:  $\text{NO}_x$ , temperatury i ciśnienia. Zastosowanie natomiast w nowym układzie: wtrysku paliwa do spalin w dyszy spalin, w miejsce doprowadzania do tej dyszy odrębnych spalin i ich mieszania, zapewnia lepsze odparowanie spalin i tym samym zmniejszenie ilości cząstek stałych w spalinach rzutujące na poprawę efektów eksploatacyjnych filtrów DPF i dodatkowo na zwiększenie okresu eksploatacji tych filtrów. Uzupelnienie (pokrycie) zaś konstrukcji filtrów DPF o warstwę wanadową pozwala na hydrolizę nie w pełni odparowanego mocznika, szczególnie w temperaturach spalin poniżej  $300^\circ\text{C}$ . Filtry z tą warstwą umożliwiają także regenerację aktywną filtrów DPF przy temperaturze około  $480^\circ\text{C}$ , zamiast  $550^\circ\text{C}$  i więcej oraz pracę katalizatora SCR w najbardziej efektywnym zakresie temperaturowym. To obniżenie temperatury regeneracji aktywnej pozwala na zużycie mniejszej ilości energii, a tym samym i na obniżenie kosztów eksploatacji. Duże znaczenie ma zastosowanie czujnika różnicy ciśnień w układzie. Jeśli w układzie przeciwcisnienie spalin na filtrach DPF i katalizatorze przekroczy dopuszczalną wartość, wykazaną czujnikiem różnicy ciśnień, to do spalin w dyszy spalin dotryskiwane jest paliwo kanałem spalinowym, co rzutuje nie tylko na lepsze odparowanie spalin i zmniejszenie cząstek stałych w spalinach, ale także na efektywniejszą pracę układu oraz uniknięcie awarii z tego powodu.

Ważną cechą układu jest praca w procesie dwóch typów regeneracji, tj. pasywnej jak i aktywnej, co pozwala na obniżenie dodatkowej energii potrzebnej do regeneracji, a także na oszczędność zużycia paliwa przez silnik dzięki pracy na niskim przeciwcisnieniu spalin. Obejściowy zawór By-pass umożliwia pracę silnika również w przypadku awarii układu, co ma szczególne znaczenie w chwili, gdy statek znajduje się na pełnym morzu. Istotną zaletą układu jest skrócenie rury miksującej, zwłaszcza do długości 1,25 m potrzebnej do konwersji mocznika

w amoniak i kwasu izocyjankowego. Dzięki temu praktycznie całe dostępne  $\text{NH}_3$  może reagować z  $\text{NO}_x$  już na wlocie do katalizatora selektywnej katalizy redukcyjnej SCR, a nie dopiero w dalszej części, co w konsekwencji pozwala dodatkowo uzyskać wyższą efektywność pracy tego katalizatora.

Przedmiot wynalazku uwidoczniiony jest w przykładzie wykonania na rysunku przedstawiającym schemat układu.

Układ oczyszczania spalin z silnika spalinowego zawiera dyszę 1 spalin z wtryskiem do niej paliwa tłoczonego pompą 2 paliwa kanałem 3 paliwowym. Dysza 1 spalin połączona jest z utleniającym katalizatorem 4. Wychodząca z tego utleniającego katalizatora 4 rura 5 miksująca o długości 1,25 metra łączy się z blokiem 6 (obudową). Rura 5 miksująca łączy się również z dyszą 7 dozowania do niej mocznika pompą 8 dozującą. Blok 6 mieści obejściowy zawór 9 By-pass układu, filtr/filtry 10 cząstek stałych (DPF) pokryty/e warstwą wanadową, za którym/mi znajduje się katalizator 11 selektywnej katalizy redukcyjnej SCR oraz czujniki:  $\text{NO}_x$  12, temperatury 13 i ciśnienia 14. Blok 6 jest połączony ze skrzynką 15 elektryczną z panelem kontrolnym oraz z czujnikiem 16 różnicy ciśnień i zakończony dyszą 17 wylotową. Zawór 9 By-pass połączony jest z jednej strony z dyszą 1 spalin i z drugiej strony z dyszą 17 wylotową.

Metoda działania układu polega na tym, że w pierwszym etapie spaliny kierowane z silnika spalinowego dyszą 1 spalin do utleniającego katalizatora 4 są w nim poddane redukcji tlenków węgla na poziomie około 80% zawartości w spalinach, węglowodorów około 75% zawartości w spalinach, a powstający w tym katalizatorze 4 dwutlenek azotu przeznaczony jest do regeneracji pasywnej filtra /filtrów 10 cząstek stałych. Dla podwyższenia

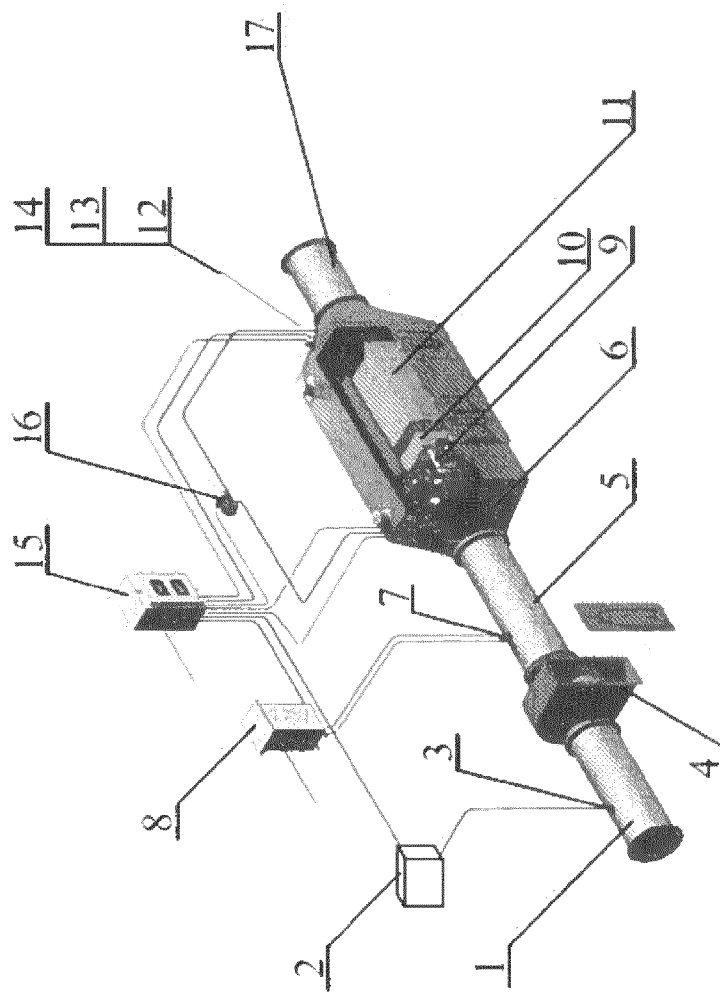
temperatury spalin w dyszy **1** mogą one być mieszane z paliwem tłoczonym pompą **2** paliwa do tej dyszy **1** kanałem **3** paliwowym, a jego węglowodory reagują na utleniającym katalizatorze **4**. W drugim etapie spaliny z utleniającego katalizatora **4** płyną do rury **5** miksującej, w której są wymieszane z mocznikiem dozowanym do tej rury **5** dyszą **7** dozującą przy pomocy pompy **8** dozującej.

W rurze **5** miksującej mocznik odparowuje w spalinach tworząc amoniak  $\text{NH}_3$  oraz kwas izocyjanowy  $\text{HNCO}$ . Następnie mieszanka spalinowa trafia na filtr/filtry **10** cząstek stałych redukując te cząstki stałe w spalinach do 98%, a dzięki jego/ich katalitycznemu pokryciu warstwą wanadową pełni funkcję katalizatora wspomagającego reakcję hydrolizy kwasu izocyjanowego  $\text{HNCO}$  w amoniaku  $\text{NH}_3$ . W trzecim etapie mieszanka spalinowa trafia na katalizator **11** selektywnej katalizy redukcyjnej (SCR), gdzie tlenki azotu  $\text{NO}_x$  reagują z amoniakiem  $\text{NH}_3$  tworząc wodę i azot, a w czwartym etapie oczyszczone spaliny odprowadzane są do atmosfery. Ilość podawanego mocznika do rury **5** miksującej zależna jest od stężenia tlenków azotu w spalinach oraz chwilowego obciążenia silnika, a dokładnie masowego natężenia przepływu spalin. Informacja o stężeniu  $\text{NO}_x$  podawana jest za pomocą czujnika **12**  $\text{NO}_x$ , natomiast sygnał obciążenia silnika pobierany jest z sterownika silnika. Oba sygnały przetwarzane są w jednostce sterującej skrzynką **15** elektryczną na odpowiednią dawkę mocznika. Filtr/filtry **10** cząstek stałych pracuj-e/ją w trybie ciągłym, a na jego/ich ściankach odkładają się zredukowane cząstki stałe. Dlatego co jakiś czas powinna nastąpić regeneracja filtra/filtrów cząstek stałych. W opisywanym układzie przebiega zarówno regeneracja aktywna jak i pasywna. Regeneracja pasywna jest procesem ciągłym odbywającym się w zakresie temperatur od 300 do 450 °C. Cząstki stałe w tym procesie są utleniane dzięki obecności  $\text{NO}_2$ , którego potrzebna ilość jest wytwarzana w utleniającym katalizatorze **4**. Regeneracja aktywna odbywa się w tym przypadku w temperaturze równej lub nieco większej od 480 °C w obecności tlenu dzięki wanadowemu pokryciu

katalitycznemu filtra/filtrów 10 cząstek stałych. Temperatura regeneracji aktywnej filtra/filtrów 10 cząstek stałych, bez tego pokrycia, wynosiłaby powyżej 550 °C i rzutowałaby na większe zużycie energii. Regeneracja aktywna filtra 10 cząstek stałych przeprowadzana jest co kilka godzin lub w zależności od wielkości przeciwności spalin, które kontrolowane jest za pomocą czujnika 16 różnicy ciśnienia. Jeśli upływie ustawiony czas do regeneracji aktywnej lub przeciwności spalin przekroczy dopuszczalną wartość, do spalin dotryskiwane jest paliwo do dyszy 1 spalin, do której jest podawane pompą 2 paliwa. Paliwo odparowuje w strumieniu spalin i na powierzchni utleniającego katalizatora 4 zachodzi reakcja egzotermiczna z węglowodorami w wyniku której temperatura podwyższana jest do 480°C (czyli temperatury przy której zachodzi regeneracja aktywne filtra). W przypadku awarii systemu tj. przy wzroście przeciwności spalin ponad maksymalną dopuszczalną wartość, która trwa powyżej 3 minut i braku reakcji systemu regeneracji aktywnej otwierany jest obejściowy zawór 9 By-pass. Cały układ oczyszczania spalin oprócz redukcji substancji szkodliwych może pełnić również funkcję tłumika spalin dzięki właściwościom filtra cząstek stałych do redukcji hałasu w zakresie 20-35 dB(A). W opisanym układzie filtr/filtry 10 cząstek stałych oraz katalizator 4 selektywnej katalizy redukcyjnej umieszczone są w jednym bloku 6 (obudowie), co pozwala na oszczędność miejsca i łatwiejszą adaptację do danego pomieszczenia.

**Zastrzeżenie patentowe**

1. Układ oczyszczania spalin z silnika statku wodnego, zwłaszcza morskiego połączonego poprzez dyszę spalin, utleniający katalizator spalin, rurę miksującą połączoną z pompą dozującą mocznik poprzez dyszę dozowania mocznika, co najmniej jeden filtr cząstek stałych DPF, katalizator selektywnej katalizy redukcyjnej SCR z dyszą wylotową spalin oraz zawierający czujniki: NO<sub>x</sub>, temperatury i ciśnienia, **znamienny tym**, że ma pompę (2) wtrysku paliwa połączoną kanałem (3) paliwowym z dyszą (1) spalin przed utleniającym katalizatorem (4) stanowiącym katalizator DOC i czujnik (16) różnicy ciśnień połączony z blokiem (6) zawierającym obejściowy zawór By-pass (9) połączony z dyszą 1 spalin i dyszą 17 wylotową, a także zawierającym filtr/filtry (10) cząstek stałych DPF i katalizator (11) selektywnej katalizy redukcyjnej SCR oraz czujniki NO<sub>x</sub> (12), temperatury (13) i ciśnienia (14), przy czym każdy/e filtr/filtry (10) cząstek stałych DPF ma/mają wanadową warstwę, a długość rury (5) miksującej nie przekracza 1,5 m.
2. Układ oczyszczania spalin według zastrz.1, **znamienny tym**, że długość rury (5) miksującej wynosi 1,25 m.





## SPRAWOZDANIE O STANIE TECHNIKI DO ZGŁOSZENIA NR P.438885

Klasyfikacja zgłoszenia: F01N3/023 (2006.01) F01N3/10 (2006.01) F01N13/00 (2010.01) B01D53/56 (2006.01) B01D53/94 (2006.01)

Poszukiwania prowadzone w klasach: F01N B01D

Bazy komputerowe w których prowadzono poszukiwania: Espacenet bazy UPRP

Kategoria dokumentu	Dokumenty - z podaną identyfikacją	Odniesienie do zastrz.
A	CN110219724A (UNIV NINGBO) 2019-09-10	1 – 2
A	CN208778070U (KUNSHAN SANY POWER CO LTD) 2019-04-23	1 – 2
A	US11008917B2 (INT ENG IP CO LLC [US]) 2021-05-18	1 – 2
A	WO2015064452A1 (YANMAR CO LTD [JP]) 2015-05-07	1 – 2

Dalszy ciąg wykazu dokumentów na następnej stronie

A – dokument określający ogólny stan techniki, który nie jest uważany za posiadający szczególne znaczenie,  
E – dokument stanowiący wcześniejsze zgłoszenie lub patent, ale opublikowany w lub po dacie zgłoszenia,  
L – dokument, który może poddawać w wątpliwość zastrzegane pierwszeństwo(-wa), lub przytoczony w celu ustalenia daty publikacji innego cytowanego dokumentu lub z innego szczególnego powodu,  
O – dokument odnoszący się do ujawnienia ustnego przez zastosowanie, wystawienie lub ujawnienie w inny sposób,  
P – dokument opublikowany przed datą zgłoszenia, ale później niż zastrzegana data pierwszeństwa,  
T – dokument późniejszy, opublikowany po dacie zgłoszenia lub w dacie pierwszeństwa i niebędący w konflikcie ze zgłoszeniem, ale cytowany w celu zrozumienia zasad lub teorii leżących u podstaw wynalazku,  
X – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za nowy lub nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument brany jest pod uwagę samodzielnie,  
& – dokument należący do tej samej rodziny patentowej.

Sprawozdanie wykonał/-a:

Marcin Lipiński  
Aplikant Ekspercki

Data:

16.08.2022

Podpis:

/podpisano kwalifikowanym podpisem elektronicznym/  
Pismo wydane w formie dokumentu elektronicznego

Uwagi do zgłoszenia

Sprawozdanie zostało wykonane w oparciu o zastrz. z dnia 2021-09-03