

Emisja cząstek stałych z silników pojazdów pozadrogowych z użyciem retrofitingu w rzeczywistych warunkach eksploatacji

Praca dotyczy oceny emisji cząstek stałych z silników pojazdów pozadrogowych z użyciem retrofitingu w rzeczywistych warunkach eksploatacji. Jej treść podzielona jest na trzy główne etapy: stworzenie wytycznych, budowę filtra oraz jego weryfikację. W pierwszym rozdziale opisano czym jest grupa NRMM i jakie są prognozy dotyczące przyrostu ich liczby w kolejnych latach. Stwierdzono, że przeciętna eksploatowana maszyna jest w znacznym wieku, a pomimo zwiększania obostrzeń w kolejnych normach emisji toksycznych związków, ta wartość będzie się zwiększała. Następnie opisano składniki szkodliwe zawarte w spalinach i ich wpływ na zdrowie i życie człowieka oraz sposoby ich ograniczania. Skupiono się głównie na cząstkach stałych, których emisja jest głównym problemem silników ZS. Opisano nowoczesne rozwiązania stosowane w silnikach zapobiegające tworzeniu się składników toksycznych (metody silnikowe) oraz wpływające na już wytworzone związki (metody pozasilnikowe).

Następny rozdział stanowił opis badań emisji składników toksycznych spalin z dwóch maszyn NRMM oraz rejestracji ich punktów pracy przy pomocy nowoczesnej aparatury PEMS. Otrzymane wyniki jednoznacznie wskazały na nadmierną emisyjność PM i PN obydwu maszyn w warunkach rzeczywistych w porównaniu do limitów zawartych w normach homologacyjnych. Stwierdzono ponadto, że warunki rzeczywiste w bardzo niewielkim stopniu odwzorowują punkty zawarte w statycznym, homologacyjnym cyklu badawczym. Na tej podstawie zdecydowano o modyfikacji cyklu statycznego, który w lepszy sposób odzwierciedlił rzeczywiste punkty pracy silników w czasie użytkowania maszyn. Test w dalszej części pracy został wykorzystany do weryfikacji skuteczności działania proponowanego rozwiązania.

Kolejny rozdział stanowił przybliżenie aktualnych i przyszłych przepisów dotyczących emisyjności maszyn non-road w Europie, a także przedstawienie podziału, ze względu na różnice między parametrami silników maszyn oraz zadaniami do których są one przeznaczone. Opisano również przykłady retrofitingu na świecie jako sposobu na ograniczenie emisji poprzez doposażanie starszych silników w nowoczesne układy oczyszczania spalin.

Celem pracy jest ocena emisji cząstek stałych po zastosowaniu retrofitingu w układzie wylotowym maszyn NRMM. Do jej przeprowadzenia ponownie wykorzystano mobilne analizatory emisji cząstek stałych w zakresie masy, liczby i rozkładu wymiarowego średnic, jak również toksycznych związków gazowych oraz masowy przepływomierz spalin.

Zmierzone składy spalin oraz ich masowe natężenie przepływu posłużyły do stworzenia geometrii nośnika nowo opracowywanego filtra przeznaczonego do retrofitingu, łączącej zalety dwóch najpopularniejszych rodzajów nośników – przepływowego oraz z przepływem przez ściankę. Zależności struktury nośnika zostały sprawdzone poprzez badania symulacji przepływu gazów wylotowych o rzeczywistym, uprzednio zmierzonym składzie w środowisku ANSYS. Zadaniem stworzonej geometrii nośnika było zwiększenie skuteczności wyłapywania i utleniania cząstek stałych i przy minimalizacji oporów przepływu. Wytworzenie filtrów o obliczonej geometrii przez przedsiębiorstwo produkujące metalowe nośniki do układów oczyszczania spalin pozwoliło na sprawdzenie ich rzeczywistej skuteczności. Stworzono siedem filtrów umożliwiających dopasowanie opracowanego

rozwiązania do różnej objętości skokowej silników oraz średnic układów wylotowych maszyn.

Proces weryfikacji wpływu filtrów na zawartość i właściwości cząstek w spalinach początkowo przeprowadzono na hamowni silnikowej, a następnie w rzeczywistych samojezdnych maszynach non-road w warunkach statycznych. Ponadto dokonano porównania emisji PM i PN do maszyny fabrycznie wyposażonej w filtr cząstek stałych. W pracy zawarto szczegółowe wyniki względnej emisji jednostkowej cząstek stałych i związków gazowych (HC i CO) w poszczególnych punktach pracy. Ich analiza, a także porównanie skuteczności działania w dwóch badanych maszynach oraz odniesienie się do rozwiązania fabrycznego pozwoliło na wysnucie wniosków nt. działania zaprojektowanego układu. We wnioskach stwierdzono, że umieszczenie w układzie wylotowym filtra cząstek stałych z metalowym nośnikiem w znaczny sposób przyczynia się do ograniczenia emisji zanieczyszczeń. Uzyskana skuteczność była na większym poziomie niż zbliżonych rozwiązań o konstrukcji przelotowej. Zakończenie stanowi podsumowanie przeprowadzonych prac, wnioski oraz kierunki dalszych badań, gdyż praca nie wyczerpuje podjętej tematyki.

11.09.2020 M. Siedlecki