

Streszczenie

W niniejszej pracy podjęto zagadnienie jakości oraz oczyszczania powietrza wewnątrz kabiny pojazdu. Omówiono wnętrze kabiny maszyny (w tym pojazdu samochodowego) jako środowiska życia i pracy człowieka, czynniki narażenia kierowców zawodowych i operatorów maszyn. Zaproponowano podział zanieczyszczeń kabiny maszyny ze względu na sposób oddziaływania na zdrowie użytkownika oraz źródła. Przedstawiono wyniki badań dotyczące jakości atmosfery w kabinach maszyn uwidaczniając rzeczywisty problem zanieczyszczenia tego środowiska. Przedstawiono dotychczas stosowane metody oczyszczania powietrza dolotowego do kabiny pojazdu.

Dokonano przeglądu rozwiązań stosowanych do oczyszczania powietrza we wnętrzu kabin maszyn (pojazdów) z zastosowaniem zjawiska fotokatalizy. Przegląd publikacji przeprowadzono w obszarze rodzaju wykonywanych w tym obszarze badań naukowych oraz przeglądu baz patentowych w poszukiwaniu rozwiązań technicznych, wytycznych projektowych lub sposobów projektowania fotokatalizatora. W wyniku analizy publikacji stwierdzono, że zastosowanie procesu fotokatalizy jest skuteczne w oczyszczaniu powietrza w kabinie (lub powietrza dolotowego do kabiny) z substancji toksycznych, lecz badania mają charakter badań laboratoryjnych. Rozwiązania techniczne nie dostarczają wystarczającej wiedzy w kierunku metody projektowania reaktorów fotokatalitycznych do zastosowania w oczyszczaniu powietrza w kabinie.

Przedstawiono wyniki badań realizowanych w Katedrze Inżynierii Pojazdów w latach 2014 – 2019. Przeprowadzone przez zespół naukowców (w tym autora niniejszej dysertacji) badania pilotażowe dały podstawy do dalszych prac w zakresie niniejszej rozprawy. Zaprezentowano sposób wykonania powłoki fotokatalitycznej oraz wyniki badań jej mikrostruktury, przedstawiono koncepcję oraz budowę stanowiska pomiarowego oraz opisano aparaturę badawczą oraz opracowaną metodę badawczą i jej parametry.

Określono warunki brzegowe do opracowania planu eksperymentu oraz opracowano plan eksperymentu zgodnie z którym wykonano badania zasadnicze w pracy. Zaprezentowano wyniki badań stanowiskowych w kierunku określenia skuteczności działania reaktora fotokatalitycznego w oczyszczaniu powietrza z zanieczyszczeń gazowych w funkcji jego parametrów konstrukcyjnych oraz temperatury.

Uzyskane wyniki stanowią podstawę do opracowania wytycznych dla projektantów i konstruktorów reaktorów fotokatalitycznych do zastosowania w maszynach w celu oczyszczania powietrza we wnętrzu kabiny. Ocena wpływu zastosowania reaktora fotokatalitycznego w układzie wentylacyjnym na jakość mikroatmosfery kabiny pojazdu została określona poprzez symulacje numeryczne CFD.

Efektom rozprawy jest sparametryzowanie metody fotokatalitycznego oczyszczania powietrza oraz wyznaczenie wytycznych projektowych, w postaci zależności matematycznej, umożliwiających aplikację w układzie wentylacyjnym kabiny maszyny.

Abstract

This dissertation addresses the issue of air quality and air purification inside the vehicle cabin. The interiors of the machine cabin (including a motor vehicle) as a human living and working environment, the exposure factors of professional drivers and machine operators were discussed. A division of machine cabin pollutants was proposed in terms of how they affect the health of the user and the sources. The results of research on the quality of the atmosphere in machine cabins are presented, making visible the real problem of pollution of this environment. The methods used so far to purify the intake air to the vehicle cabin are presented.

The solutions used to purify the air inside machine (vehicle) cabins using the phenomenon of photocatalysis were reviewed. The review of publications was carried out in the area of the type of scientific research performed in this area and a review of patent databases in search of technical solutions, design guidelines or ways to design a photocatalyst. As a result of the analysis of the publications, it was found that the use of the photocatalysis process is effective in purifying cabin air (or cabin intake air) from toxic substances, but the research is of a laboratory nature. Technical solutions do not provide sufficient knowledge toward a method of designing photocatalytic reactors for use in cabin air purification.

The results of research carried out in the Department of Automotive Engineering from 2014 – 2019 was presented. The pilot studies conducted by a team of scientists (including the author of this dissertation) provided the basis for further work in the scope of this dissertation. The method of making the photocatalytic coating and the results of the study of its microstructure were presented, the concept and construction of the test stand were presented, and the test apparatus and the developed test method and its parameters were described.

The boundary conditions for the development of the experimental plan were determined, and the experimental plan was developed according to which the fundamental tests in the paper were performed. The results of bench tests toward determining the performance of the photocatalytic reactor in purifying air from gaseous pollutants as a function of its design parameters and temperature are presented.

The results obtained provide a basis for the development of guidelines for designers and designers of photocatalytic reactors for use in machines to clean the air inside the cabin. Evaluation of the impact of using a photocatalytic reactor in the ventilation system on the quality of the microatmosphere of the vehicle cabin was determined through CFD numerical simulations.

The result of the dissertation is the parameterization of the photocatalytic air purification method and the determination of design guidelines, in the form of a mathematical relationship, enabling application in the ventilation system of the machine cabin.