

Streszczenie

W ciągu ostatnich dekad rozwój technologii znacznie zmienił transport indywidualny, w tym pojazdy należące do grupy PC (ang. Passenger Car). Obecne samochody osobowe wyposażane są w liczne podzespoły i systemy zwiększające bezpieczeństwo osób korzystających z pojazdu oraz innych uczestników ruchu. Istotną staje się również kwestia wygody korzystania z tego środka transportu, dlatego producenci oferują możliwość wyposażenia swoich pojazdów w coraz to większą liczbę systemów komfortu. Jednak układy takie zwiększają masę pojazdu oraz pobór mocy prądu z silnika. Rozwój aparatury pomiarowej oraz sposobów przeprowadzania badań umożliwiają dokładną ocenę wpływu różnych czynników na emisję związków szkodliwych do atmosfery. Ze względu na powyższe, w niniejszej rozprawie doktorskiej podjęto się określenia wpływu specyfiki samochodów osobowych na emisję szkodliwych związków gazów wylotowych do atmosfery. Wcześniejsze, wielokrotne badania udowodniły wpływ m. in. zwiększonej masy na charakter emisji związków toksycznych, jednak temat ten w literaturze jest, zdaniem autora niniejszej pracy, opisany niewystarczająco.

We wstępie przedstawiono tendencje rozwoju osobowego transportu drogowego oraz omówiono wpływ pojazdów osobowych na stan środowiska naturalnego. Przybliżono przyczyny powstawania poszczególnych związków szkodliwych w spalinach oraz sposób ich oddziaływania na człowieka. Omówiono również metody homologacji pojazdów PC oraz przedstawiono zmiany wartości granicznych limitów emisji poszczególnych związków w kolejnych latach. Następnie szczegółowo scharakteryzowano wyposażenie dzisiejszych pojazdów osobowych, skupiając się głównie na przedstawieniu specyfiki systemów komfortu i bezpieczeństwa stosowanych w pojazdach klasy premium.

Poddano też analizie zapotrzebowanie energetyczne poszczególnych systemów stosowanych w pojazdach osobowych. Przedstawiono metodykę badawczą oraz obiekty badawcze, którymi były: należący do segmentu E pojazd wyposażony w silnik o zapłonie samoczynnym oraz pojazdy typu SUV (ang. Sport Utility Vehicle) kolejno z silnikiem o zapłonie samoczynnym i zapłonie iskrowym. Opisano również aparaturę pomiarową, a na podstawie uzyskanych danych obliczono chwilowe zużycie mocy przez poszczególne systemy, które przedstawiono w formie graficznej.

Następnie przeanalizowano emisję związków szkodliwych w badaniach przeprowadzonych na certyfikowanej hamowni podwoziowej, gdzie obiektami badawczymi były pojazdy typu SUV, wyposażone w silniki o zapłonie iskrowym, które różniły się od siebie między innymi objętością skokową oraz ułożeniem i liczbą cylindrów. W tej części rozprawy przybliżono również zastosowaną w badaniach laboratoryjnych aparaturę oraz parametry techniczne hamowni. Badania emisji związków szkodliwych przeprowadzono zgodnie z procedurą stosowaną do homologacji – NEDC (ang. New European Driving Cycle) i przy zachowaniu zawartych w niej wytycznych. Przed badaniami pojazdy były przygotowywane przez jednokrotny przejazd testu po zimnym rozruchu. Na podstawie uzyskanych wyników emisji drogowej porównano wpływ zastosowania systemów komfortu na wartość natężenia emisji poszczególnych związków spalin oraz natężenia zużycia paliwa oddzielnie dla każdego obiektu badawczego. Kolejną częścią dysertacji jest analiza emisji zanieczyszczeń w

warunkach rzeczywistego ruchu drogowego. Badania te przeprowadzono z wykorzystaniem mobilnej aparatury należącej do grupy PEMS (ang. Portable Emission Measurement System). W ich ramach, analizie poddano trzy pojazdy różniące się zastosowanymi układami napędowymi. Należały do nich: pojazd typu SUV wyposażony w silnik ZS, SUV z silnikiem ZI oraz samochód segmentu E z napędem hybrydowym. Prace badawcze przeprowadzono w centrum miasta Poznań, liczącego około 500 tys. mieszkańców. Trasa badawcza została dobrana w taki sposób, aby jak najlepiej odwzorować różne warunki poruszania się osobowych pojazdów samochodowych w aglomeracjach miejskich. Przy doborze wzięto pod uwagę dopuszczalną prędkość poruszania się oraz infrastrukturę drogową. Na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzono szczegółową analizę parametrów pracy jednostek napędowych oraz parametrów ruchu poszczególnych obiektów badawczych. Następnie poddano analizie natężenia emisji węglowodorów, tlenków azotu, tlenku węgla oraz dwutlenku węgla. Wyniki pogrupowano w stosowne zakresy i na ich podstawie przedstawiono graficznie charakterystyki emisji poszczególnych związków w funkcji prędkości i przyspieszenia oraz obciążenia i prędkości obrotowej silnika w zadanych uprzednio przedziałach. Analizę przeprowadzono dla każdego pojazdu i obejmowała ona emisję uzyskaną dla jazdy z uruchomionymi systemami komfortu oraz bez tych systemów, a także dla jazdy po aktywacji trybu sportowego.

Podsumowanie rozdziału stanowi ocena wpływu zastosowanych w poszczególnym obiekcie układów bezpieczeństwa i komfortu na emisję oraz zużycie paliwa przez pojazd. Zestawiono także wnioski ogólne wpływające z przeprowadzonej analizy, wnioski szczegółowe oraz kierunki dalszych prac.

Przedstawiona rozprawa doktorska dostarcza nowej wiedzy w zakresie dotychczasowych rozważań nad emisyjnością pojazdów samochodowych. Dysertacja wpisuje się w ogólny trend, w którym producenci pojazdów samochodowych dążą do maksymalizacji komfortu podczas podróży. Wykonane analizy pozwoliły stwierdzić, że duży wpływ na energochłonność, emisję tlenku węgla, węglowodorów i tlenków azotu oraz zużycie paliwa mają układy zwiększające bezpieczeństwo i komfort podróży.

Przeprowadzone badania dowiodły, że stosowanie systemów komfortu potrafi zwiększyć zużycie paliwa nawet o 69%, a ww. gazowych związków toksycznych o przeszło 100%, jednak mocno powiązane jest to z użytym układem napędowym pojazdu.

Abstract

The impact of passenger car specifications on the exhaust emission

Over the past decades, technological developments have significantly changed personal transport, including PC (Passenger Cars). Today's passenger cars are equipped with numerous components and systems that increase the safety of the vehicle occupants and other road users. Convenience issues for passenger cars are also becoming important. Manufacturers are therefore offering to equip their vehicles with an increasing number of comfort systems. Developments in measuring instruments and test methods make it possible to accurately assess the impact of all kinds of factors on the emission of harmful compounds into the atmosphere. In view of the above, this dissertation is concerned with determining the influence of passenger car specifications on the emission of harmful exhaust gas compounds into the atmosphere. Previous, repeated studies have proven the existence of the influence of, among other things, increased mass on the emission of toxic compounds, but this topic is, in the author's opinion, insufficiently described in the literature.

In the introduction, the development trends of passenger road transport are presented and the impact of passenger vehicles on the environment is discussed. The causes of the formation of individual harmful compounds in exhaust gases and the way in which they affect humans are discussed. Methods of approval of PC vehicles were also discussed and changes in emission limits for individual compounds that followed the introduction of Euro standards in successive years were presented. The specification of passenger vehicles was then characterised in detail, focusing mainly on presenting the specifics of the comfort and safety systems used in premium vehicles. The aim of the thesis was then defined and the main theses of the thesis were formulated.

The next chapter analyses the energy requirements of the various systems used in passenger vehicles. The research methodology and test subjects are described: a diesel E-segment vehicle and a Sport Utility Vehicle (SUV) with a diesel engine and a spark-ignition engine, respectively. The measuring equipment is also described, and the instantaneous power consumption of the various systems is calculated from the data obtained and presented

The next chapter is devoted to the analysis of harmful emissions in tests carried out on a certified chassis dynamometer. In this case, the test subjects were SUVs equipped with spark-ignition engines, which differed from each other in terms of displacement and the arrangement and number of cylinders, among other things. This part of the dissertation also gives an overview of the apparatus used in the laboratory tests and the technical parameters of the dynamometer. The test was carried out in accordance with the procedure used for homologation – NEDC (New European Driving Cycle) and in compliance with the guidelines contained therein. This included testing the vehicle after a cold start as well as a warmed-up drive unit. The impact of the use of comfort systems on emissions and fuel consumption was then compared on the basis of the emission factors obtained. The analysis was divided according to the test object.

The next part of the dissertation is the analysis of emissions under real traffic conditions. These tests were carried out using mobile equipment from the PEMS (Portable Emission Measurement System) group. As part of this, three vehicles differing in the powertrains used were analysed. These included an SUV with a ZS engine, an SUV with a ZI engine and a hybrid car. The test work was carried out in the centre of the city of Poznan, with a population of over 500,000. The test route was selected so as to best replicate the driving conditions for passenger cars in urban areas. On the basis of the results obtained, a detailed analysis was carried out of the performance of the drive units and the traffic parameters of the individual test objects. Second-by-second emissions of hydrocarbons, nitrogen oxides, carbon monoxide and carbon dioxide were then analysed. For this purpose, the emission characteristics of the individual compounds were drawn up as a function of speed and acceleration, as well as engine load and speed in pre-set intervals. The analysis was carried out for each vehicle. This included the emissions obtained for driving without and with the comfort systems activated, as well as for driving after activation of the sport mode. In addition, the mileage fuel consumption was determined for each vehicle. The chapter concludes with an assessment of the impact of the safety and comfort systems used in each vehicle on emissions and vehicle fuel consumption. The conclusion summarises the general conclusions of the analysis, specific conclusions and directions for further work.

The dissertation presented here provides new knowledge in terms of previous considerations of motor vehicle emissions. The dissertation is part of a general trend in which motor vehicle manufacturers aim to maximise comfort and feel when travelling. The analyses carried out have identified how energy intensity, THC, NO_x, CO emissions and fuel consumption are affected by systems that increase safety and comfort during travel.