

Krystian HENNEK, Mariusz GRABA

PARAMETRY PRACY TURBODOŁADOWANEGO SILNIKA ZI SAMOCHODU OSOBOWEGO W WARUNKACH NIESZCZELNOŚCI UKŁADU WYDECHOWEGO

W artykule omówiony został wpływ nieszczelności układu wydechowego na parametry użytkowe oraz emisję substancji szkodliwych w spalinach turbodoładowanego silnika o zapłonie iskrowym samochodu osobowego. Dokonano analizy porównawczej wyników pomiarów uzyskanych na hamowni podwoziowej MAHA MSR500 w warunkach szczelności oraz sztucznego wytworzenia nieszczelności układu wydechowego w miejscu montażu szerokopasmowego czujnika stężenia tlenu w spalinach. Przedstawione dane odnoszą się między innymi do emisji toksycznych i nietoksycznych składników spalin, przebiegów mocy w układzie napędowym oraz chwilowych wartości współczynnika nadmiaru powietrza. W celu uzyskania danych wykonano szereg przejazdów pomiarowych według profilu prędkości cyklu jezdnego EUDC.

WSTĘP

Konstruktorzy silników spalinowych, od powstania pierwszych działających tego typu jednostek napędowych, starają się udoskonalać ich budowę. Początkowo głównymi celami ich prac było podwyższanie mocy oraz poprawa sprawności ogólnej silników. Po pewnym czasie zaczęto dodatkowo zwracać uwagę na aspekty ekologiczne, między innymi emisję substancji szkodliwych, ogólną ilość energii i materiałów zużywanych w procesie ich produkcji i inne. Bódcami motywującymi tego rodzaju zabiegi były stopniowe zaostżanie przepisów dotyczących emisji spalin oraz względy ekonomiczne.

Doładowanie silników spalinowych jest jednym z rozwiązań łączących w sobie wysilenie oraz obniżenie szkodliwości tych maszyn dla otoczenia. Podawanie do komór spalania silnika powietrza pod ciśnieniem wyższym od atmosferycznego pozwala na powiększenie dawki paliwa ulegającej utlenieniu. Wynika to z powinności utrzymania stechiometrycznego składu mieszanki palnej. Wzrost ilości mieszanki paliwowo powietrznej powoduje powstanie sił gazowych o większej niż w przypadku silnika atmosferycznego energii, gwarantując przyrost momentu obrotowego generowanego przez silnik. Dzięki temu zahamowaniu uległ między innymi trend podwyższania mocy silnika przez zwiększenie jego objętości skokowej (a przez to również jego gabarytów).

Doładowanie silników spalinowych o zapłonie iskrowym (ZI) z wykorzystaniem zespołu turbosprężarki to obecnie najczęściej stosowany sposób zwiększenia ich mocy i sprawności. Jako że tego typu silniki stosowane są powszechnie w motoryzacji od około 20 lat, część z nich zdolna była do pokonania znacznych przebiegów. W związku z tym istnieje wysokie prawdopodobieństwo, że ulegną awarii w postaci chociażby powstania nieszczelności w układzie wylotowym spalin. Takie uszkodzenie może mieć wpływ nie tylko na emisję toksycznych składników spalin, ale również na parametry pracy i właściwości użytkowe silnika. Stąd w pracy przedstawiono analizę porównawczą wpływu nieszczelności układu wylotowego na skład spalin emitowanych do atmosfery, wytwarzanych przez turbodoładowany silnik o zapłonie iskrowym (ZI). W badaniach zwrócono uwagę na wpływ nieszczelności na stężenie głównych toksycznych składników w spalinach.

1. BADANIA WŁASNE

1.1. Obiekt badań

Do badań wykorzystano pojazd osobowy Volkswagen Passat (rysunek 1), wyposażony w turbodoładowany silnik o zapłonie iskrowym, ręcznie sterowaną stopniową skrzynię przekładniową oraz napędzaną przednią osią. W tabeli 1 przedstawiono ważniejsze informacje dotyczące jednostki napędowej tego pojazdu. Przebieg odczytany z licznika przebytej drogi wynosił w momencie rozpoczęcia testów około 410 tys. km. Warunki oraz sposób użytkowania tego pojazdu nie wywołały w czasie jego eksploatacji potrzeby dokonania naprawy głównej silnika ani jego wymiany. Do tego faktu przyczynić mogły się regularnie wykonywane przeglądy oraz naprawy bieżące pojazdu.



Rys. 1. Pojazd osobowy VW Passat zamocowany na hamowni podwoziowej MAHA MSR 500

Tab. 1. Dane dotyczące silnika testowanego pojazdu osobowego VW Passat

Pojemność skokowa, cm ³	1781
Sposób doładowania	turbosprężarka (KKK K03)
Ilość cylindrów / zaworów na cylinder / budowa układu rozrządu	4 / 20 / DOHC
Moc maksymalna / prędkość obrotowa mocy maksymalnej, PS (kW) / obr/min	150 (110) / 5700
Moment obrotowy maksymalny / zakres prędkości obrotowej maksymalnego momentu obrotowego, Nm / obr/min	210 / 1750-4600

1.2. Badanie na stanowisku dynamometrycznym

Badania przeprowadzone zostały na jednorolkowej dwuosiowej hamowni podwozowej 4x4 firmy MAHA MSR 500, na której wykonano szereg przejazdów według profilu prędkości syntetycznego cyklu EUDC (ang. Extra Urban Driving Cycle – miejski cykl jezdny o podwyższonej prędkości maksymalnej). Zasymulowano nieszczelność w rejonie wejścia strumienia spalin do konwertera katalitycznego, a dokładniej w miejscu montażu szerokopasmowego czujnika stężenia resztkowego tlenu w spalinach. Podczas badań rejestrowano, a następnie analizowano takie parametry pracy silnika, jak: moc, stężenie substancji szkodliwych w spalinach oraz chwilowa wartość współczynnika nadmiaru powietrza. W wyniku symulacji nieszczelności uzyskano trzy warianty działania szerokopasmowej sondy lambda, zamontowanej pomiędzy zespołem turbosprężarki a katalizatorem spalin:

- 1 – konfiguracja fabryczna,
- 2 – szerokopasmowy czujnik tlenu odsunięty od głównej osi przepływu spalin w rurze wydechowej, szczelny układ wydechowy,
- 3 – szerokopasmowy czujnik tlenu odsunięty od głównej osi przepływu spalin w rurze wydechowej i nieszczelność układu w miejscu montażu czujnika.

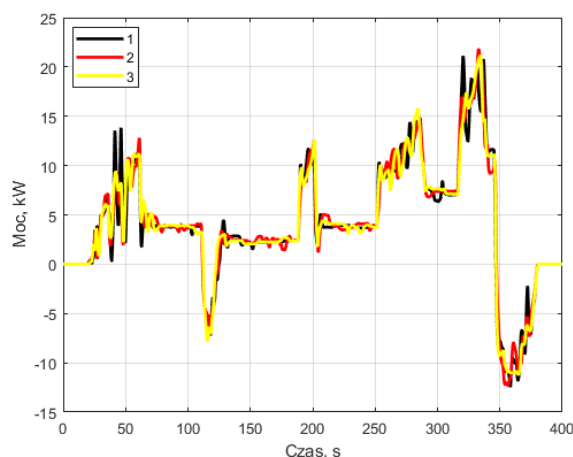
Do pozyskania danych dotyczących składu spalin emitowanych przez testowany pojazd użyty został czterogazowy analizator spalin MAHA MGT5. Urządzenie to stanowi jeden z elementów wyposażenia hamowni MAHA. W trakcie testów silnik badanego pojazdu zasilany był komercyjnie dostępną benzyną bezołowiową o liczbie oktanowej 95.

Po zakończeniu pomiarów w danych warunkach pracy silnika każdorazowo sprawdzano obecność błędów diagnostycznych, zapisanych w pamięci elektronicznego urządzenia sterującego pracą silnika. W warunkach wariantu 1 w pamięci sterownika nie zostały zapisane żadne błędy. Po przejazdach odpowiadających wariantom 2 i 3 zanotowano pojawienie się kodu usterki odpowiadającego awarii konwertera katalitycznego. Błąd ten każdorazowo usuwano z pamięci urządzenia, jednak jego pojawienie się mogło wpłynąć na wyniki prezentowanych badań.

2. WYNIKI POMIARÓW ORAZ ICH ANALIZA

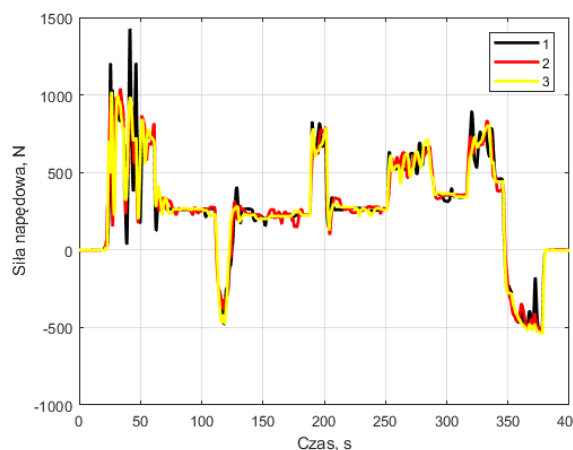
2.1. Parametry trakcyjne

Na rysunku 2 przedstawiono przebiegi mocy wygenerowanej przez silnik pojazdu w trzech przejazdach testowych. Różnice w kształtach krzywych wynikają z zachowania kierowcy. Określony kształt profilu prędkości wymusza wytworzenie w układzie napędowym mocy na określonym poziomie. Jest to szczególnie istotne w procesie przyspieszania, gdzie kierujący pojazdem dobiera właściwe parametry pracy układu napędowego operując pedałem przyspieszenia oraz zmieniając przełożenia skrzyni przekładniowej. Biorąc pod uwagę zakres mocy, jaką silnik wytworzył w testach i przyrównując go do maksymalnej mocy silnika (tabela 1) zauważyć można, że w cyklu jezdny wykorzystywano jedynie ułamek potencjału napędowego silnika. Wynika z tego, iż w warunkach częściowego obciążenia wprowadzone modyfikacje układu wydechowego nie spowodowały różnic w generowanej przez silnik mocy.



Rys. 2. Przebiegi mocy w układzie napędowym pojazdu w cyklu EUDC: 1 – szczelny układ wydechowy; 2 – czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin; 3 – nieszczelny układ wydechowy, czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin

Podobne trendy zauważyć można na wykresie siły napędowej (rysunek 3). Piki widoczne na krzywych wynikają z niedoświadczenia kierowcy i potrzeby jego zapoznania się między innymi z reakcjami silnika na wymuszenia pochodzące od pedału przyspieszenia.



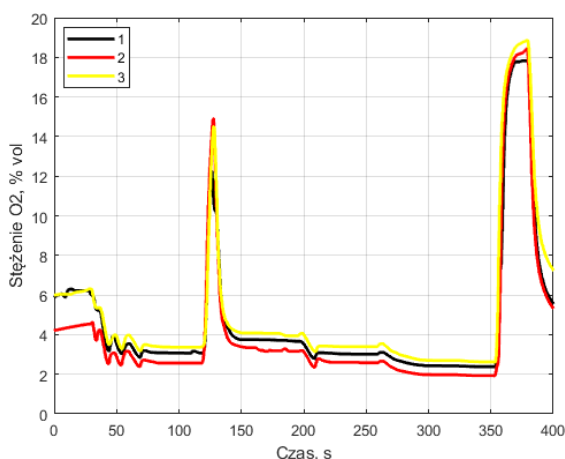
Rys. 3. Przebiegi siły napędowej zmierzonej w ramach przejazdów w cyklu EUDC: 1 – szczelny układ wydechowy; 2 – czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin; 3 – nieszczelny układ wydechowy, czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin

Jeżeli dana modyfikacja faktycznie spowodowałaby zmniejszenie lub zwiększenie siły napędowej w danych ustalonych warunkach pracy, może to nie być widoczne na podanych wykresach. Przypuszczając wariant z obniżeniem parametrów trakcyjnych pojazdu, kierowca chcąc nadać za kształtem cyklu jezdny będzie uchylał pedał przyspieszenia w taki sposób, by wywołać powstanie wystarczającego zapasu siły napędowej (w procesie przyspieszania), lub utrzymanie prędkości jazdy. Innymi słowy będzie używał wyższego zakresu kąтового uchylenia pedału, niż miałyby to miejsce w przypadku fabrycznej konfiguracji układu wydechowego. W przypadku zwiększenia się siły napędowej, położenie pedału przyspieszenia będzie sterowane w sposób odwrotny, a więc w niższym zakresie uchylenia. Wynika z tego, że ewentualne różnice w mocy silnika (w zależności od ich wielkości) mogą być wyczuwalne przez kierowcę pojazdu.

2.2. Emisja substancji szkodliwych w spalinach

Wykres stężenia resztkowego tlenu w spalinach zamieszczono na rysunku 4. Odsunięcie szerokopasmowego czujnika tlenu od głównej osi przepływu spalin spowodowało obniżenie koncentracji O_2 we wszystkich mierzonych stanach pracy silnika, poza fazami zwalniania, od około 120 do 135 sekundy oraz od około 355 do 365 sekundy pomiaru. W cyklu EUDC w fazach zwalniania silnik spalinowy wykorzystywany jest jako hamulec, przy czym istnieje możliwość zwiększenia intensywności procesu za pomocą klasycznych hamulców ciernych pojazdu. W czasie tzw. hamowania silnikiem do komór spalania nie jest podawane paliwo, a zasada pracy silnika przypomina pracę tłokowej sprężarki powietrza. Nie zachodzi wtedy proces spalania paliwa, w związku z czym po upływie pewnego czasu skład spalin wyrównuje się ze składem powietrza (w przybliżeniu).

Wprowadzenie nieszczelności w układzie wydechowym spowodowało wzrost stężenia tlenu w gazach wylotowych. Może to sugerować, iż do układu przedostała się pewna dodatkowa ilość tlenu z obszaru poza układem. W dalszej części artykułu zjawisko to zostanie dokładniej omówione.



Rys. 4. Przebiegi stężenia tlenu w spalinach zmierzonego w ramach przejazdów w cyklu EUDC: 1 – szczelny układ wydechowy; 2 – czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin; 3 – nieszczelny układ wydechowy, czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin

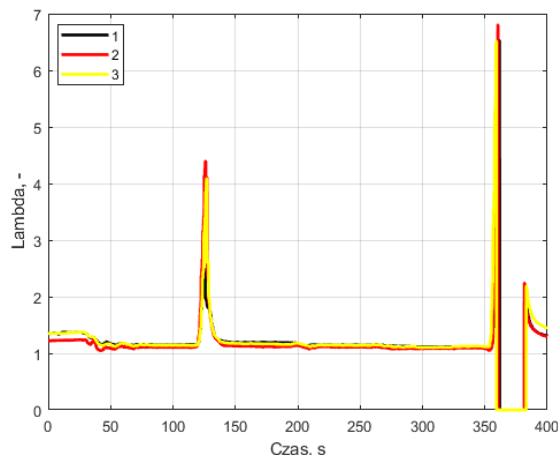
Na rysunku 5 przedstawiono przebiegi współczynnika nadmiaru powietrza (λ), zmierzonego przez analizator składu spalin. Różnice w chwilowych wartościach współczynnika λ są bardzo małe. Zachowany jest jednak trend zauważalny na rysunku 5: najniższej przebiega krzywa odpowiadająca wprowadzeniu tulei dystansującej szerokopasmową sondę tlenu, a najwyższej krzywa odpowiadająca rozszczelnieniu układu wydechowego. Świadczy to o tym, że wprowadzenie tulei spowodowało wzbogacenie, a nieszczelność zubożenie mieszanki w stosunku do jej składu zmierzonego na w pełni sprawnym pojeździe.

Emisja węglowodorów przedstawiona została na rysunku 6. Do grupy węglowodorów zaliczane są:

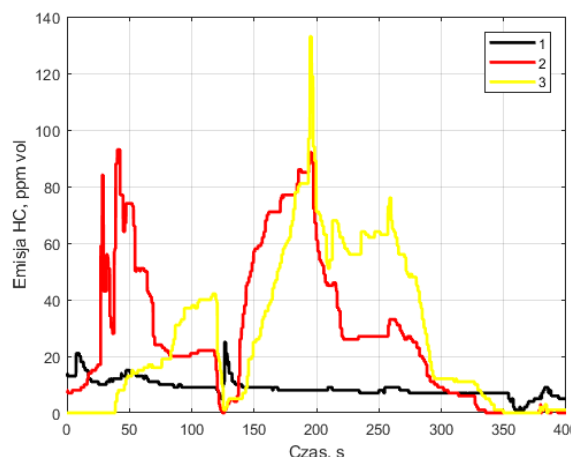
- paliwo, które nie uległo utlenieniu, lub uległo tylko częściowo,
- olej silnikowy, którego obecność w spalinach może wynikać z uszkodzenia, lub znacznego zużycia silnika.

Najniższą emisję HC zmierzono podczas przejazdów pojazdem w fabrycznej konfiguracji układu wydechowego. Znaczne jej podwyższenie zanotowano zarówno w warunkach szczelnej i nieszczelnej tulei, przy czym najwyższy chwilowy wynik (około 135 cząsteczek/milion) uzyskano z nieszczelnym układem wylotowym. Wzrost emisji węglowodorów spowodowany może być zmianami parametrów mieszanki paliwowo-powietrznej, wynikającymi z różnic

we wskazaniach szerokopasmowego czujnika zawartości tlenu w spalinach, lub z przejścia elektronicznego urządzenia sterującego pracą silnika w tryb awaryjnego sterowania składem mieszanki, związany z rozpoznaniem usterki przez sterownik silnika.



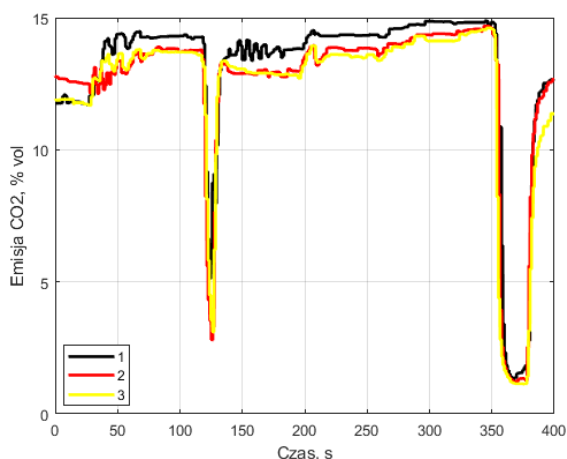
Rys. 5. Przebiegi współczynnika nadmiaru powietrza określonego w ramach przejazdów w cyklu EUDC: 1 – szczelny układ wydechowy; 2 – czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin; 3 – nieszczelny układ wydechowy, czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin



Rys. 6. Przebiegi stężenia węglowodorów w spalinach zmierzonego w ramach przejazdów w cyklu EUDC: 1 – szczelny układ wydechowy; 2 – czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin; 3 – nieszczelny układ wydechowy, czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin

Dwutlenek węgla jest jednym z produktów powstałych w wyniku całkowitego i zupełnego utlenienia węglowodorów wchodzących w skład konwencjonalnych paliw kopalnych. Wyniki jego emisji mogą więc służyć ocenie jakości procesu spalania. Krzywe stężenia CO_2 w spalinach testowanego pojazdu zamieszczono na rysunku 7. Dostrzegalna jest na nim prawidłowość nieco inna od tej, która widoczna jest na rysunku 4. Najwyższą emisję dwutlenku węgla w ujęciu całkowitej objętości spalin zmierzono podczas pracy silnika w jego fabrycznej konfiguracji. Biorąc pod uwagę wyniki emisji węglowodorów świadczy to o tym, iż w tych warunkach paliwo podane do kolektora dolotowego silnika ulegało całkowitemu i zupełnemu utlenieniu w niemal całej swojej objętości. Krzywe 2 i 3 przebiegają w podobnej odległości poniżej krzywej 1, świadcząc o niższej emisji CO_2 do atmosfery, a więc o pogorszeniu jakości procesu spalania, lub zmniejszeniu udziału CO_2 w spalinach na

skutek przedostawania się tlenu z otoczenia do układu wydechowego (krzywa 3)



Rys. 7. Przebiegi stężenia dwutlenku węgla zmierzonego w ramach przejazdów w cyklu EUDC: 1 – szczelny układ wydechowy; 2 – czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin; 3 – nieszczelny układ wydechowy, czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin

Tlenek węgla jest produktem utleniania paliwa w atmosferze ubogiej w tlen. Jego wysokie stężenie w spalinach może być skutkiem niedostatecznej ilości powietrza (tlenu), lub zbyt dużej dawki paliwa w mieszance paliwowo-powietrznej, ale również efektywności działania katalitycznego dopalacza spalin. Na rysunku 8 przedstawiono wykres emisji CO. O ile krzywa 1 jest niemal współliniowa z osią „x” wykresu, to pozostałe krzywe sięgają wartości około 1,5% objętości (krzywa 3), a nawet około 3% objętości spalin (krzywa 2). Jest to kolejny dowód potwierdzający pogorszenie się jakości procesu spalania paliwa, lub efektywności działania katalizatora.

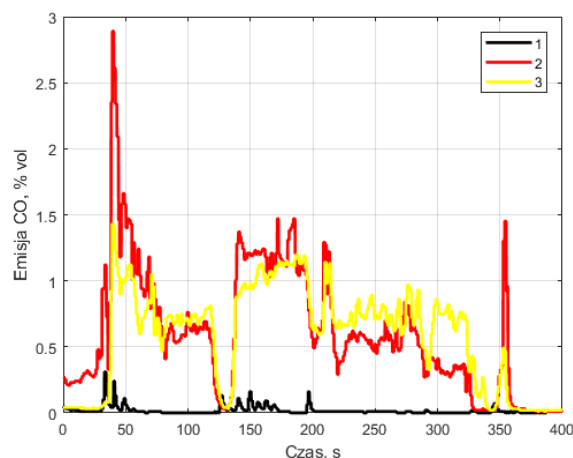
2.3. Parametry mieszanki paliwowo-powietrznej

Na potrzeby przeprowadzenia analizy składu mieszanki paliwowo-powietrznej, w pracy zamieszczono wykresy czasu otwarcia wtryskiwaczy paliwa (rysunek 9), masowego strumienia powietrza w przewodzie dolotowym (rysunek 10) oraz napięcia elektrycznego sygnału szerokopasmowego czujnika stężenia tlenu resztkowego w spalinach (rysunek 11). Dane do ich wykonania pozyskano za pomocą testera diagnostycznego podłączonego do elektronicznego sterownika pracą silnika.

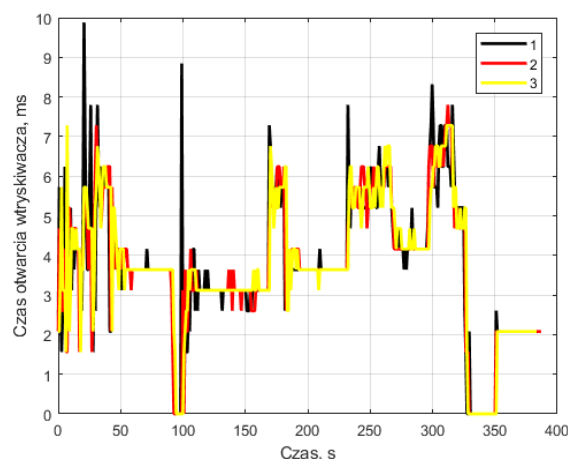
Na podstawie krzywych zawartych na rysunku 9 można stwierdzić, iż różnice w przebiegach czasu otwarcia wtryskiwaczy, a więc w ilości zużywanego przez silnik paliwa, są jedynie nieznaczne. Główne rozbieżności widoczne są w momentach odpowiadających nagłym zmianom prędkości obrotowej silnika, towarzyszącym rozpoczynaniu jazdy samochodu na hamowni podwozowej oraz zmianom przełożenia skrzyni przekładniowej. Wynikają one z niedokładności sterowania uchyleniem pedału przyspieszenia przez kierującego. Wartym uwagi jest fakt, iż czas podawania paliwa przez wtryskiwacze nie jest regulowany płynnie, lecz skokowo, co około 0,4ms.

Na wykresie strumienia masowego powietrza (rysunek 10) najistotniejsze różnice widoczne są w okresach odpowiadających jeździe ze stałą prędkością, głównie pomiędzy 50 a 90 sekundą oraz 270 a 300 sekundą. Wynika z nich, że zarówno w warunkach szczelnego jak i nieszczelnego układu wydechowego z zamontowaną tuleją przepływ powietrza w układzie dolotowym silnika był nieco wyższy niż w przypadku niezmodyfikowanego układu wylotowego spalin. Odnosząc te wyniki do wykresów czasu otwarcia wtryskiwaczy oraz przebiegów współczynnika nadmiaru powietrza znajdujemy

pewną nieścisłość: pomimo tego, że wtryskiwacze paliwa otwierane były na taki sam okres czasu, a wzrostowi uległa ilość powietrza, współczynnik λ przyjmuje wartości zbliżone dla wszystkich krzywych. Powodem tego są najprawdopodobniej różnice w prędkości obrotowej silnika, od której zależy ile czynnika jest pobierane z atmosfery.



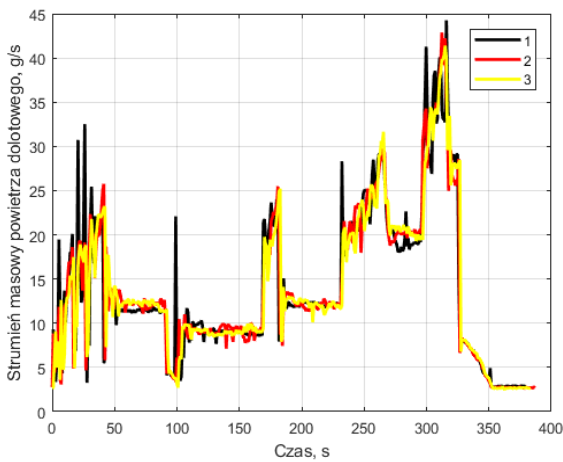
Rys. 8. Przebiegi stężenia tlenku węgla zmierzonego w ramach przejazdów w cyklu EUDC: 1 – szczelny układ wydechowy; 2 – czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin; 3 – nieszczelny układ wydechowy, czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin



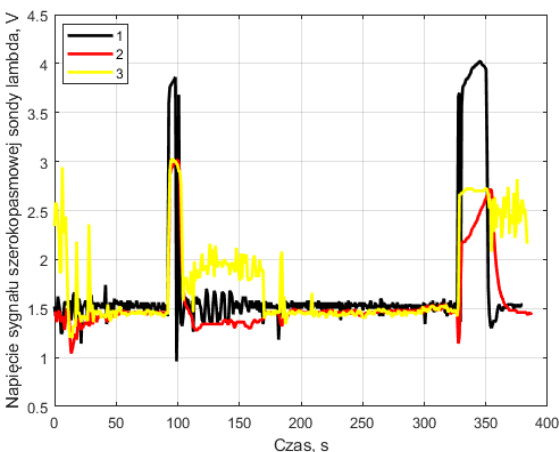
Rys. 9. Przebiegi czasu otwarcia wtryskiwaczy paliwa zmierzonego w ramach przejazdów w cyklu EUDC: 1 – szczelny układ wydechowy; 2 – czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin; 3 – nieszczelny układ wydechowy, czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin

Czujniki zawartości tlenu w spalinach pozwalają na kontrolowanie składu mieszanki palnej. Konstrukcje szerokopasmowe (inaczej: szerokopasmowe sondy lambda) stosowane są w nowoczesnych silnikach o zapłonie iskrowym i samoczynnym, w tym w silnikach turbodoładowanych. Sposób ich działania pozwala na stworzenie zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego w celu precyzyjnego kalkulowania składu mieszanki.

Na rysunku 11 zamieszczono przebiegi sygnału pochodzącego z szerokopasmowej sondy. Porównując krzywą 1 z tą samą krzywą na rysunku 5 należy stwierdzić, iż sygnał o napięciu około 1,4V odpowiada $\lambda=1$, a więc mieszance paliwowo-powietrznej o składzie stechiometrycznym. Sygnał o napięciu wyższym od 1,4V wskazuje na mieszankę „ubogą” w paliwo, a sygnał o niższym napięciu – na mieszankę „bogata” w paliwo.



Rys. 10. Przebiegi masowego strumienia powietrza dolotowego zmierzonego w ramach przejazdów w cyklu EUDC: 1 – szczelny układ wydechowy; 2 – czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin; 3 – nieszczelny układ wydechowy, czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin



Rys. 11. Przebiegi napięcia sygnału szerokopasmowego czujnika stężenia tlenu w spalinach zmierzonego w ramach przejazdów w cyklu EUDC: 1 – szczelny układ wydechowy; 2 – czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin; 3 – nieszczelny układ wydechowy, czujnik tlenu odsunięty od osi przepływu spalin

Krzywa 1, jako referencyjna krzywa przebiegu składu mieszanki, wykazuje się dużą stabilnością. Fluktuacje sygnału widoczne między 100 a 150 sekundą pomiaru świadczyć mogą o aktywnym w tym czasie procesie adaptacji składu mieszanki palnej. Krzywa 2 przyjmuje początkowo wartości odpowiadające mieszance stechiometrycznej. W czasie pomiędzy 100 a 170 sekundą sygnał sondy szerokopasmowej stabilizuje się chwilowo na poziomie około 1,3V, przy czym po około 200 sekundzie przyjmuje w przybliżeniu stałą wartość około 1,5V. Przebieg 3 od rozpoczęcia pomiaru do około 30 sekundy silnie fluktuował, uzyskując wartości szczytowe około 2,2 – 2,9 V. W tym czasie zmiana ulegała prędkość obrotowa silnika w związku z potrzebą rozpędzenia kół pojazdu do prędkości 70km/h. Od 100 do 170 sekundy napięcie sondy wynosiło około 1,8 V. Ten etap odpowiada jeździe z najniższą stałą prędkością w cyklu, wynoszącą 50km/h. Z powyższych wynika, iż przy niskiej prędkości obrotowej silnika, do przestrzeni, z której sonda pobiera spaliny, przedostawało się powietrze, rozcieńczając spaliny. To prawdopodobnie powodowało rozpoznanie usterki katalizatora przez sterownik silnika, zapisanie odpowiedniego kodu usterki w jego pamięci oraz rozpoczęcie awaryjnego trybu kontroli składu mieszanki.

PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonej analizy wpływu nieszczelności w układzie pomiarowym czujnika tlenu układu wydechowego, można wskazać niejednoznaczny wpływ tej niesprawności na parametry trakcyjne oraz emisję substancji szkodliwych. W zakresie parametrów trakcyjnych nie odnotowano zmian w mocy silnika, co jest słuszne z założeniami. Ponieważ realizacja jazdy pojazdem według ustalonego profilu prędkości powinna odbywać się przy takim samym zapotrzebowaniu na moc w układzie napędowym. Jednak w zakresie parametrów emisyjnych zauważono znaczny wzrost emisji toksycznych składników spalin: HC i CO. Zmieniły się również parametry procesu spalania, a dokładniej składu mieszanki paliwowo – powietrznej, ale tylko w określonych warunkach pracy silnika.

BIBLIOGRAFIA

1. MYSŁOWSKI J.: Pojazdy samochodowe. Doładowanie silników. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, wydanie 1, Warszawa 2002, ISBN-83-206-1445-7;
2. MAMALA J.: Kompensacja niedostatku siły napędowej w procesie rozpędzania samochodu osobowego, zeszyt 290, Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, Opole 2011, ISSN 1429 – 6063;
3. HENNEK K., KOŁODZIEJ S.: Wpływ profilu prędkości oraz ustawień regulatora położenia przepustnicy na zużycie paliwa w cyklach jezdnych. Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, 6/2017, str. 729-732, ISSN 1509-5878, e-ISSN 2450-7725
4. BIENIEK A., GRABA M., HENNEK K., MAMALA J.: Analysis of fuel consumption of a spark ignition engine in the conditions of a variable load. MATEC Web of Conferences 118, 00036 (2017), DOI: 10.1051/mateconf/201711800036

Operating parameters of a passenger vehicle turbocharged spark ignition engine in conditions of exhaust leakage simulation

Paper discussed the influence of exhaust system leakage on the utility parameters and toxic combustion products emission of a turbocharged passenger car spark ignition engine. A comparative analysis of the data gathered in the research carried out using the MAHA MSR 500 single roller chassis dynamometer was conducted, where the exhaust system was sealed and leaking in the area of the wideband oxygen sensor mounting bracket. The presented data refers to among others: the emissions of harmful gasoline oxidation products (HC, CO), the courses of power generated by the engine and the momentary values of excess air ratio. The EUDC driving cycle was used in the research.

Autorzy:

mgr inż. **Krzysztof HENNEK** – Politechnika Opolska, Wydział Mechaniczny, Katedra Pojazdów, e-mail: k.hennek@po.opole.pl

dr inż. **Mariusz GRABA** – Politechnika Opolska, Wydział Mechaniczny, Katedra Pojazdów, e-mail: m.graba@po.opole.pl

JEL: L622 DOI: 10.24136/atest.2018.113

Data zgłoszenia: 2018.05.23 Data akceptacji: 2018.06.15