

Sławomir OLSZOWSKI<sup>1</sup>

### **BADANIE PRZYCZYŃ PRZYBYWANIA OLEJU W SILNIKACH NOWEJ GENERACJI O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM**

*W samochodach osobowych z silnikami o zapłonie samoczynnym z bezpośrednim wtryskiem paliwa, zaobserwowano niepokojące zjawisko „przybywania oleju w silniku” (przedostawanie się paliwa do oleju silnikowego). Dotyczy to pojazdów z silnikami spełniającymi normy spalin począwszy od EU IV. Dotychczas sytuacja była odwrotna. Wraz z czasem eksploatacji, oleju ubywało, a wartość maksymalnego zużycia na 1000 km była podana przez producenta pojazdu.*

*Ze względu na stosunkowo częsty przypadek w ostatnich kilku latach przybywania oleju w silniku, w artykule zaprezentowano badania i omówiono kilka przyczyn takiego stanu rzeczy. Problem powyższy jest o tyle istotny, że w przedstawionym wyżej przypadku bardzo często dochodzi do uszkodzenia silnika wskutek zatarcia się panewek wału korbowego (mieszanina oleju napędowego i oleju silnikowego posiada inne właściwości smarne niż sam olej silnikowy) lub do rozbiegnięcia się silnika wskutek zassania nadmiaru oleju odmq do komory spalania.*

### **EXAMINATION OF PERMEATING OIL CAUSES IN NEW GENERATION DIESEL ENGINES**

*The presence of the oil in the engine has been observed in the cars with the self ignition engine and a direct fuel injection. This problem touches vehicles with the engines which reach the standards of the car fumes beginning with EU IV. However, it has not been like that so far. What is more, it has been the other way round. With the exploitation the level of the oil was getting lower while the highest value of the usage within 1000 km was given by the producer of the vehicle.*

*Because of the growing number of the cases when the oil gets to the engine, the article presents the research on it and discusses the causes of the problem. This problem is of such an importance due to the fact that because of the oil in the engine crankshaft's bearing get destroyed which influences the condition of the engine. (The mixture of the engine oil as well as the diesel oil has different properties than the engine oil) or the destruction of the engine due to the oil sucking to fumes space.*

---

<sup>1</sup> Politechnika Radomska; Wydział Transportu i Elektrotechniki; Zakład Eksploatacji i Diagnostyki Środków Transportu, ul. Malczewskiego 29, 26-600 Radom

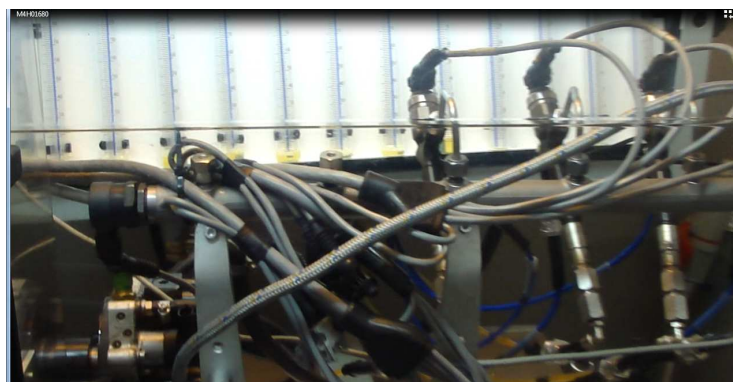
## 1. WSTĘP

Układy bezpośredniego wtrysku paliwa z systemem Common Rail (CR) posiadają wtryskiwacze elektromagnetyczne lub piezoelektryczne uruchamiane na drodze elektrycznej sygnałem ze sterownika silnika (EDC\_C\_). Sterownik steruje wypływem paliwa kanałem przecieków i dawki sterującej, zaś sam wtrysk paliwa jest wynikiem różnicy ciśnień paliwa pomiędzy komorą wysokiego ciśnienia a komorą sterującą. W pewnych rozwiązaniach bezprzeciekowych wtryskiwacze piezoelektrycznych sterownik zamyka wtryskiwacz sygnałem elektrycznym. Zanik sygnału otwiera zawór wtryskiwacza. Elementy ruchome wtryskiwaczy są smarowane olejem napędowym, a więc tym, który jest wtryskiwany do komory spalania (czyli paliwem), a nie olejem silnikowym. W związku z tym trwałość wtryskiwaczy zależy od jakości i czystości paliwa.

## 2. BADANIA WYBRANYCH ELEMENTÓW UKŁADU PALIWOWEGO

### 2.1 Badania laboratoryjne uszkodzonych wtryskiwaczy

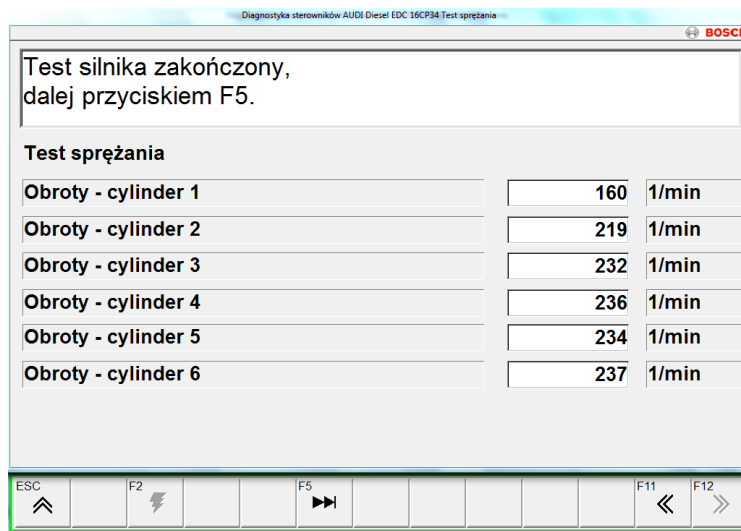
Procedury serwisowe jednoznacznie podają metody kontroli wtryskiwaczy układu Common Rail, zarówno elektromagnetycznych jak również piezoelektrycznych. Do podstawowych należy kontrola kanału przecieków i dawki sterującej [1, 7, 8, 9] za pomocą specjalistycznych naczyń pomiarowych. Ta metoda nie jest możliwa do przeprowadzenia w przypadku niektórych rozwiązań technicznych (wtryskiwacze bezprzeciekowe) oraz w takich w których na kanale powrotnym jest wymagane ciśnienie blokujące np. 10 bar. W takim przypadku występuje konieczność montażu wtryskiwaczy na specjalnych stanowiskach kontrolnych np. EPS200 bądź specjalistycznych stołach probierczych, w których dokonuje się pomiaru wartości przecieków przypadających na 1000 cykli wtrysnięć paliwa przy wymaganych ciśnieniach kontrolnych w szynie rail (rys. 1).



Rys. 1. Pomiar dawki wtrysku i objętości paliwa przepływającego przez kanał przecieków i dawki sterującej na stole probierczym

Taka kontrola w wielu przypadkach nie przynosi wymaganego rezultatu, ze względu na brak możliwości kontroli pojedynczych dawek wtrysku paliwa. Zdarza się, że pomimo pozytywnego wyniku przeprowadzonego testu, wtryskiwacz nie będzie pracował właściwie

w silniku. Zatem dla rozpoznania wyjściowej sytuacji stanu poszczególnych wtryskiwaczy należy skontrolować za pomocą urządzenia diagnostycznego w parametrach rzeczywistych korekcie dawki wtrysku (porównanie ilościowe) dla poszczególnych cylindrów [1] lub wykonać testy wtryskiwaczy funkcjami dostępnymi z pozycji diagnostyki serwisowej. Wartości te pomimo znaczących wskazówek również nie mogą stanowić podstawy do podjęcia ostatecznej decyzji diagnostycznej, gdyż na wartości korekty dawki wtrysku mają wpływ również inne parametry pracy silnika m. in. ciśnienie sprężania w poszczególnych cylindrach. Przykład diagnostyki porównawczej zaprezentowano na rys. 2.

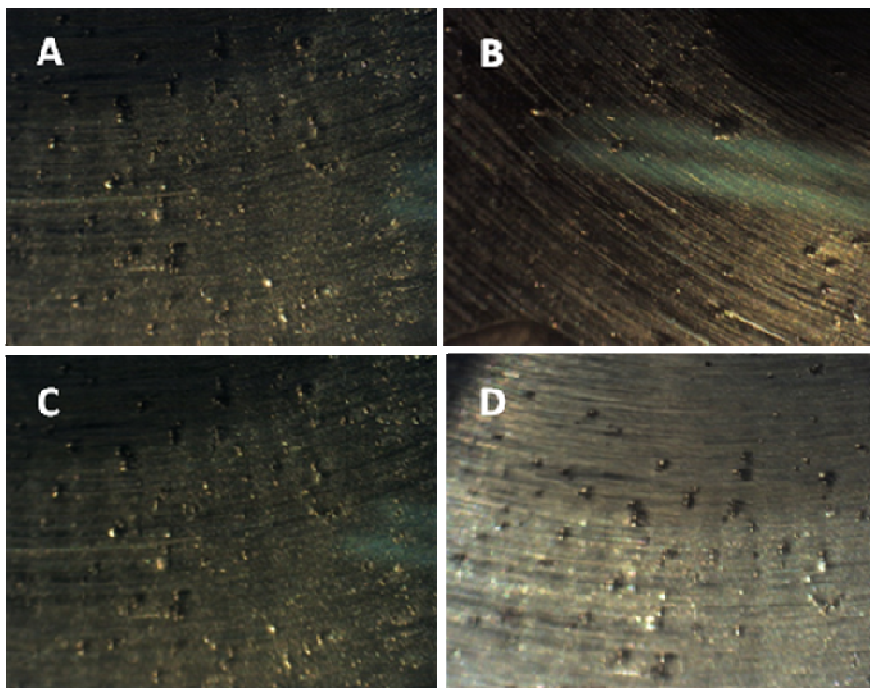


Test sprężania		
Obroty - cylinder 1	160	1/min
Obroty - cylinder 2	219	1/min
Obroty - cylinder 3	232	1/min
Obroty - cylinder 4	236	1/min
Obroty - cylinder 5	234	1/min
Obroty - cylinder 6	237	1/min

Rys. 2. Test sprężania silnika. Zrzut z ekranu urządzenia diagnostycznego KTS 570 firmy Bosch

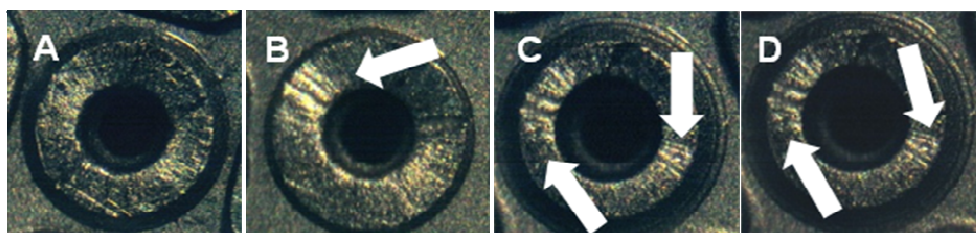
Rozwiązaniem diagnostycznym mogłaby być bezinwazyjna metoda diagnozowania wtryskiwaczy za pomocą emisji akustycznej [2, 5, 7, 8, 9]. Jest ona jednak zbyt słabo rozpowszechniona na rynku serwisowym. Jak dotąd w Polsce sprzedano niewiele ponad 140 urządzeń z grupy RMOG.

Uwzględniając sytuację, że serwis wykonał prawidłową diagnozę lokalizacji cylindrów z uszkodzonymi wtryskiwaczami, w wielu przypadkach serwisowych dochodziło ponownie do uszkodzenia wtryskiwaczy w tym również do uszkodzenia tych nowych. Zaistniała zatem konieczność znalezienia rozwiązania takiej nietypowej sytuacji. W zaprzyjaźnionych serwisach Bosch Car Serwis, wszystkie uszkodzone wtryskiwacze były rozbierane na części i dokonywano weryfikacji stanu ich elementów składowych. Nietypowe zmiany zaobserwowano w gniazdach zaworów sterujących oraz na powierzchni przylegania grzybka zaworowego.



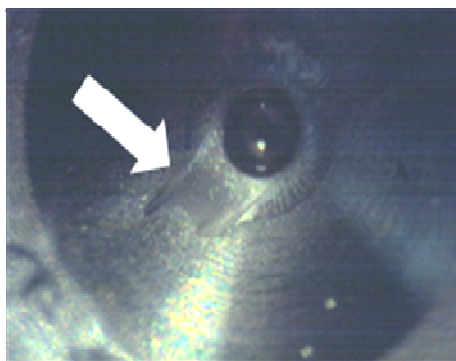
Rys. 3. Nietypowe powierzchnie gniazd zaworów sterujących

Sytuacje przedstawione na rys. 3 (A, B, C, D) bardzo często występowały przed myciem zdemontowanych części z uszkodzonych wtryskiwaczy. Okazało się, że zaobserwowane nierówności były bardzo drobnymi opiłkami przedostającymi się do wnętrza wtryskiwacza, pomimo stosowania w wielu z nich filtrów szczelinowych na kanale doprowadzającym paliwo. Dodatkowe badania pozwoliły na zaobserwowanie nieco odmiennych stanów powierzchni gniazd zaworów sterujących wtryskiwaczy. Zauważone zmiany występowały we wtryskiwaczach różnych producentów m. in. Bosch, Denso i Delphi. Dla przykładu progresję erozji gniazda wtryskiwacza Denso zaprezentowano na rysunku 4.

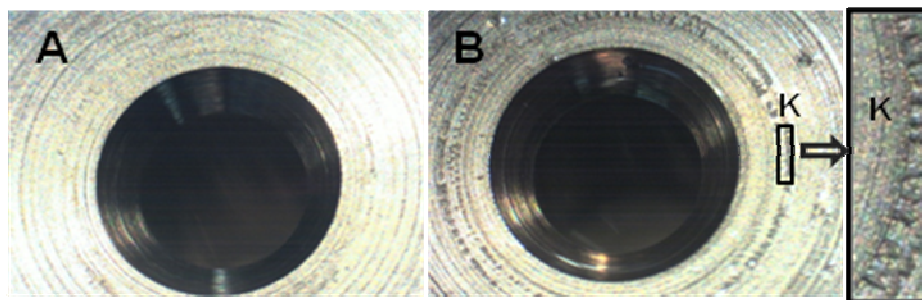


Rys. 4. Progresja erozji gniazda zaworu sterującego wtryskiwacza Denso

W przypadku uszkodzenia wtryskiwacza poprzez widoczne opiłki w gnieździe zaworu sterującego (rys. 3), naprawa jest możliwa poprzez dokładne wymycie części składowych w myjce ultradźwiękowej. Jednakże wymaga wymiany pompy wysokiego ciśnienia. W przypadku uszkodzeń przedstawionych na rys. 4, 5, 6 naprawa prowadzona jest poprzez wymianę uszkodzonych elementów i uszczelek wysokiego ciśnienia.



Rys. 5. Erozja gniazda zaworu sterującego wtryskiwacza Bosch



Rys. 6. Wtryskiwacz firmy Delphi. A – Nowe gniazdo zaworu sterującego, B – Wypracowana płaszczyna gniazda zaworu sterującego (GZS) K- powiększenie uszkodzonej płaszczyny GZS

Uszkodzenia zaprezentowane wyżej mogą być przyczyną dodatkowych problemów eksploatacyjnych i serwisowych, które opisano w punkcie 2.2.

## 2.2 Analiza systemu sterowania wtryskiwaczy Common Rail a zarejestrowane uszkodzenia

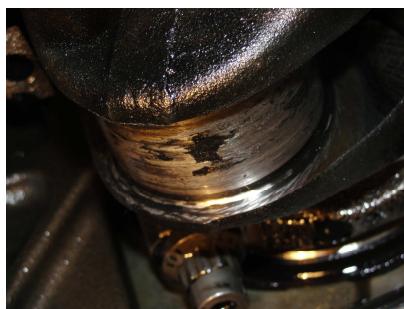
Systemy bezpośredniego wtrysku paliwa z układem Common Rail (CR) są wrażliwe na jakość i czystość paliwa. Jest to spowodowane m. in. precyzją wykonania elementów wtryskiwacza i pompy wysokiego ciśnienia oraz faktem sterowania wtryskiem paliwa pośrednio poprzez kontrolowany jego wypływ kanałem przecieków i dawki sterującej. W chwili wtrysku paliwa, zawór sterujący jest otwierany. Ze względu na wypływ paliwa

przez kanał „przecieków i dawki sterującej” zanieczyszczenia znajdujące się w paliwie mogą uniemożliwić mechaniczne zamknięcie się zaworu (zanieczyszczenie znajduje się w gnieździe zaworu). Skutkiem takiej sytuacji jest brak kontroli nad rzeczywistą dawką sterującą wynikającą z tytułu nieszczelnego zaworu sterującego (rys. 5) przez komputer sterujący. Wówczas może on nie zarejestrować żadnego błędu, chociaż będzie wykonywał ujemne korekcie dawki wtrysku na nieszczelnych wtryskiwaczach.

Z uwagi na fakt, iż zabrudzony zawór sterujący powoduje brak zamknięcia kanału przecieków i dawki sterującej, paliwo wypływa przez otwarty rozpylacz nie tylko wtedy, kiedy jest to wymagane, ale również w chwili niepożądaney. Część niespalonego paliwa przedostaje się do oleju silnikowego, co skutkuje wzrostem jego poziomu. W wielu różnych pojazdach w skrajnym przypadku przybywa tak dużo oleju, że dochodzi do zatarcia silnika (rys. 7, 8).



Rys. 7. Zatarcie panewek wału korbowego



Rys. 8. Zatarty czop wału korbowego

Jest to spowodowane tym, że olej silnikowy rozcieńczony olejem napędowym posiada gorsze właściwości smarne niż sam olej silnikowy. Szkodliwość takiej sytuacji jest o tyle istotna, że taki stan nie zostanie zarejestrowany przez instrumenty kontrolno - wskaźnikowe. Kontrolka oleju nie będzie się świeciła, gdyż wymagane ciśnienie będzie uzyskane, zaś uszkodzenie silnika będzie spowodowane brakiem właściwości smarnych mieszaniny oleju silnikowego i paliwa (wielokrotny spadek lepkości). Z reguły, kierowca nie jest w stanie zareagować na czas.

Podobna sytuacja może wystąpić w samochodach spełniających rygorystyczne normy emisji spalin począwszy od Euro IV. W przypadku wyeksploatowanych wtryskiwaczy bądź ich uszkodzenia, do cylindra jest wtryskiwane słabo rozdrobnione paliwo, a więc tworzenie mieszanki homogenicznej w całej objętości komory spalania jest niemożliwe. W pewnych obszarach komory spalania, mieszanka paliwowo-powietrzna jest zbyt bogata, co skutkuje niecałkowitym spalaniem oleju napędowego ze względu na miejscowy niedobór tlenu. Efektem takiego spalania są cząsteczki sadzy (PM), które można obserwować w postaci czarnego dymu wydostającego się z układu wydechowego samochodu. Aby nie emitować do atmosfery cząsteczek sadzy (PM) w samochodach spełniających normy Euro IV i Euro V wprowadzono filtry cząstek stałych. Gdy poziom zapełnienia filtra osiągnie 50% układ przechodzi do fazy regeneracji aktywnej. Sterownik realizuje dotrysk paliwa (tzw. wtrysk uzupełniający) pojedynczy lub podwójny celem podniesienia temperatury spalin niezbędnej do spalania sadzy z całej objętości masy spalin nagromadzonych w filtrze cząstek stałych.

W najnowszych rozwiązaniach powszechnie stosuje się wtryskiwacze piezoelektryczne, gdyż są szybsze w działaniu od wtryskiwaczy elektromagnetycznych. Z powodzeniem mogą realizować dwa wtryski uzupełniające.

Część tego paliwa również może przedostawać się do oleju powodując wzrost jego poziomu. Gdyby była możliwość eksploatacji samochodu na znacznych odcinkach jazdy, paliwo odparowałoby z oleju kanałem odpowietrzenia skrzyni korbowej (odmą) i dostarczone ponownie do komory spalania. Jeżeli jednak samochód będzie eksploatowany w taki sposób, że temperatura silnika nie będzie wysoka przez dłuższy okres czasu, (aby paliwo zdążyło odparować), również będzie przybywało oleju. W opisanym przypadku zbyt duży poziom oleju może doprowadzić do rozbiegnięcia się silnika.

### 3. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Innowacje wprowadzane do pojazdów samochodowych w wielu przypadkach stanowią poważny problem użytkownika, zarówno z tytułu stopnia złożoności i innowacyjności stosowanych systemów, jak również poziomu kompetencji pracowników sektora usług serwisowych. Problem przybywania oleju jest na tyle istotny, że w niektórych badanych pojazdach doszło do zatarcia silnika po raz kolejny, a klient dalej nie był poinformowany o jego przyczynach. Świadczy to o fakcie konieczności nieustannego szkolenia pracowników serwisów pod kątem takich zagadnień, które będą miały przełożenie w praktyce, w bieżącej eksploatacji z wykorzystaniem wszelkich uzyskanych badań laboratoryjnych. Dlatego bardzo aktualne staje się dziś stwierdzenie prof. Ryszarda Marcza, że „*powinnością uczelni technicznych jest zmniejszenie odległości pomiędzy teorią i praktyką*”. Aby sprostać temu zadaniu konieczna staje się stała współpraca pomiędzy przemysłem a jednostkami naukowymi uczelni technicznych.

Wyniki badań eksploatacyjnych i laboratoryjnych silników o zapłonie samoczynnym nowej generacji pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków do niezwłocznego zastosowania w praktyce:

- W przypadku zbyt wysokiego poziomu oleju w silniku nowej generacji nie wolno odciążać jego nadmiaru wysysarką do oleju. Olej można wyłącznie wymienić.

- W przypadku regeneracji filtra cząstek stałych w stacji serwisowej, poprzez specjalną funkcję diagnostyki serwisowej, olej silnikowy powinien zostać wymieniony na nowy bez względu na przebieg od ostatniej wymiany.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Olszowski S.: Zaawansowane technologie informatyczne w diagnozowaniu stanu silników o zapłonie samoczynnym z układem COMMON RAIL. Monografia CR. Materiały szkoleniowe z mechatroniki samochodowej. Kod szkolenia 105 w ramach projektu „Zwiększanie konkurencyjności niezależnego rynku motoryzacyjnego w Polsce” Projekt nadzorowany przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości, sierpień 2009.
- [2] Olszowski S. The methods of diagnosis of the innovatory management systems in cars. IX Międzynarodowa Konferencja Transport Systems Telematics. Politechnika Śląska. Katowice-Ustroń 4-7.XI.2009.
- [3] Olszowski S., Chojnacki T.: Reduction carbon soot particles emission and operational problems. I Międzynarodowa Konferencja Naukowa Transport Problems. Politechnika Śląska Wydział Transportu. 18-19 Czerwiec Katowice 2009
- [4] Olszowski S., Chojnacki T.: Diagnostics of unconventional defects in the systems of cleaning exhaust fumes. Transcomp – International Conference Computer Systems Aided Science, Industry and Transport. 2009 \
- [5] Olszowski S.: Układ Common Rail w środkach transportu – problemy obecne i perspektywiczne. Czasopismo Drogi nr 4/2009 (13). Str. 97-103.
- [6] Olszowski S.: Ecological and functional aspect of technical exploitation of new generation common Rail systems. Computer systems aided science and engineering work in transport, mechanics and electrical engineering. Monograph. Kazimierz Pułaski Technical University of Radom. Faculty of Transport. 2008. 459-465
- [7] Olszowski S. Innowacyjna technika diagnozowania wtryskiwaczy Common Rail. Czasopismo Logistyka nr 2/2008, Poznań 2008.
- [8] Olszowski S.: Badanie skuteczności regeneracji wtryskiwaczy silników z bezpośrednim wtryskiem oleju napędowego za pomocą nowej bezinwazyjnej metody diagnozowania z wykorzystaniem emisji akustycznej – etap 1. Sprawozdanie z wykonania pracy naukowo-badawczej nr 2463.46.P realizowanej w 2007 r. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w Warszawie.
- [9] Olszowski S. Innowacyjna technika diagnozowania wtryskiwaczy Common Rail. V Konferencja Naukowo-Techniczna. Logistyka. Systemy Transportowe. Bezpieczeństwo w Transporcie. LogiTrans. Szczyrk, kwiecień 2008.