

ANALYSIS OF MILEAGE TO ENGINE OIL REMOVING IN THE NATURAL EXPLOITATION OF PASSENGER CARS

Lech J. Sitnik

Politechnika Wroclawska
Wydział Mechaniczny, Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn
Łukasiewicza Street 7/9, 50-371 Wrocław
tel./fax: +48 71 347 79 18
e-mail: Lech.sitnik@pwr.wroc.pl

Abstract

Leading to reformation of proecologic abilities of transport's vehicles and especially cars vehicles are connected with properly economy of the working liquids. It intakes should be optimal. This postulate is working in an activity of cars' tycoons and producers of working liquids. In this case a good example is lifetime of engines' oils. By one hand it leads to lengthen of engine's oil lifetime by improvement of its abilities, by second hand producers are limiting time of oil's change but admittedly that mileage is constantly rising. Everything it leads to constantly drop of the oil's unit consumption. There are exist extra possibilities of improving an oil consumption if oil's unit consumption treats like proecologic parameter. The base of that are changes in oil lifetime based on exploitations' terms for particular copy of vehicle. By one hand it secures of properly use car vehicle by second hand it resists the human factor in exploitation process, thanks that it excludes situations where oil will be changed to early – as a consequence of extra consumption or to late – as a probability of engines' damages. From the analysis of solid constant mileage to change engine's oil comes how big problem is it. Properly researches and conclusions presented in this publication.

Keywords: exploitation, car engine, engine oil, life time, analysis

ANALIZA PRZEBIEGÓW DO WYMIANY OLEJU SILNIKOWEGO W EKSPLOATACJI NATURALNEJ SAMOCHODÓW

Abstract

Dążenie do poprawy proekologicznych właściwości środków transportu, w tym samochodów osobowych, związane jest, między innymi, z prawidłową gospodarką płynami roboczymi. Ich zużycie powinno być optymalizowane. Postulat ten jest urzeczywistniany w działalności zarówno wytwórców pojazdów jak też producentów płynów eksploatacyjnych. Dobrym przykładem jest tu kwestia zużycia olejów silnikowych. Z jednej strony dąży się do tego by oleje mogły pracować jak najdłużej – ciągle doskonaląc ich właściwości, z drugiej producenci ograniczają przebiegi do ich wymiany, ale przyznać trzeba, że przebiegi te ulegają ciąglemu wzrostowi. Wszystko to prowadzi do nieustannego „jednostkowego” obniżania zużycia oleju silnikowego. Jeśli traktować jednostkowe zużycie oleju silnikowego jako parametr o znaczeniu proekologicznym to trzeba stwierdzić, że istnieją dalsze możliwości jego poprawy. Podstawową jest wprowadzenie elastycznych przebiegów do wymian oleju, wynikających z warunków eksploatacji konkretnego egzemplarza pojazdu. Z jednej strony zabezpiecza to właściwe użytkowanie pojazdu, z drugiej natomiast, powoduje znaczne ograniczenie ingerencji „czynnika ludzkiego” w proces eksploatacji, a zatem pozwala wykluczyć sytuacje gdzie olej silnikowy wymieniany jest przedwcześnie – co skutkuje nieuzasadnionym jego zużyciem, lub zbyt późno – co wzmaga prawdopodobieństwo uszkodzeń silnika. O tym jak ważny jest to problem można przekonać się analizując dane dotyczące „sztywnych” przebiegów do wymiany oleju silnikowego. Odpowiednie badania i wynikające stąd wnioski, przedstawiono w niniejszej publikacji.

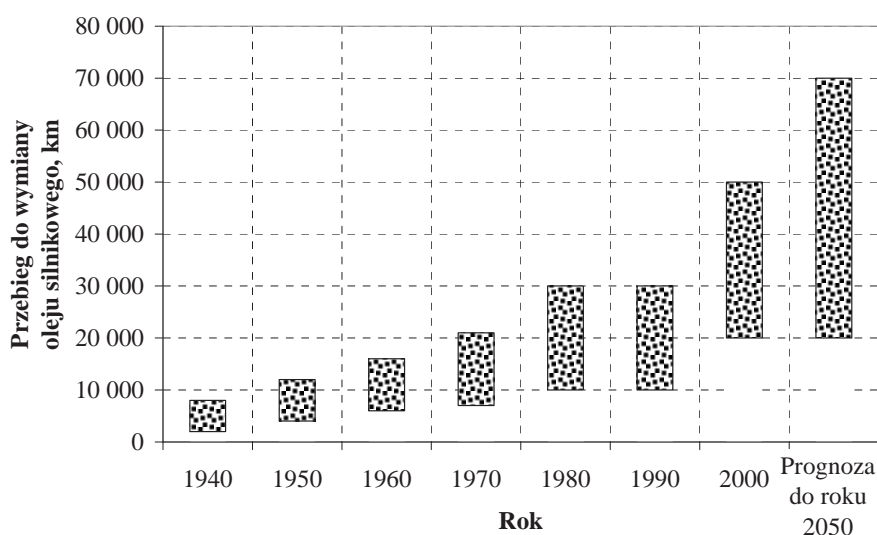
Słowa kluczowe: eksploatacja, silnik pojazdu, olej silnikowy, czasokres wymiany

1. Wstęp

Dążenie do poprawy proekologicznych właściwości środków transportu, w tym samochodów osobowych, związane jest, między innymi, z prawidłową gospodarką płynami roboczymi. Ich zużycie powinno być minimalizowane, jednak przy zapewnieniu trwałości i niezawodności silnika. Spełnienie

tego ostatniego warunku osiągnięte jest poprzez wzrost jakości oleju, a ponieważ jakość ta (mimo znacznego postępu naukowo-technicznego) w trakcie eksploatacji, nieustannie maleje – poprzez wymianę oleju. Co prawda wytwórcy olejów ciągle doskonalą ich właściwości by oleje mogły sprostać coraz ostrzejszym wymaganiom przez możliwie najdłuższy okres eksploatacji, ale producenci pojazdów chcąc zagwarantować odpowiednią trwałość i niezawodność ich silników, optymalizują czas eksploatacji, definiując przebiegi do ich wymiany. Pozytywnym jest, że przebiegi te ulegają jednak ciągłemu wzrostowi (Rys. 1).

Prowadzi to do nieustannego jednostkowego obniżania zużycia płynów eksploatacyjnych. Ta pozytywna tendencja może (i powinna) być kontynuowana. W przypadku oleju silnikowego podstawową jest wprowadzenie „elastycznych” przebiegów do jego wymian, wynikających z warunków eksploatacji konkretnego egzemplarza pojazdu. Z jednej strony zabezpiecza to właściwe użytkowanie pojazdu, z drugiej natomiast powoduje znaczne ograniczenie ingerencji „czynnika ludzkiego” w proces eksploatacji oleju, a w szczególności w kreowaniu przebiegu do wymiany oleju. Zbyt wczesna wymiana oleju silnikowego prowadzi do nieuzasadnionego wzrostu jego zużycia, a w tym i do nadmiernego obciążenia środowiska nieuchronnie powstającego w trakcie wytwarzania oleju świeżego i utylizacji oleju przepracowanego. Zbyt późna wymiana oleju silnikowego skutkować może nadmiernym zużyciem elementów silnika – co z kolei zwykle skutkuje nadmiernym zużyciem paliwa – ze wszystkimi tego ujemnymi skutkami dla ekologii i ekonomii ruchu pojazdów.



Rys. 1. Przebiegi samochodów do kolejnej wymiany oleju silnikowego. Na podstawie [1]
 Fig. 1. The car mileage between the service changes of the engine oil. Based on [1]

O tym jak istotnym problem w eksploatacji jest czynnik ludzki można przekonać się analizując dane dotyczące „sztywnych” przebiegów pojazdów do kolejnych wymian oleju silnikowego.

Problematyka ta jest przedmiotem niniejszej publikacji.

2. Badania

Badania dotyczyły przebiegów, do kolejnych wymian oleju silnikowego, samochodu wybranej marki i typu. Przebiegi te były zapisywane w bazie danych serwisowych. Bazę tą zweryfikowano pod kątem możliwości uzyskania danych o przebiegach. Analizie poddano ponad 150 samochodów (wybrano te, które były serwisowane w serwisie producenta kilkakrotnie) [3].

Producent samochodu zaleca wymiany oleju silnikowego co 20 000 km przebiegu. Bazę danych podzielono zatem tak by możliwe było wybranie z niej samochodów serwisowanych przy kolejnych zmianach oleju silnikowego.

Uzyskane dane poddano analizie statystycznej. W pierwszym rzędzie poszukiwano rozkładu statystycznego opisującego przebiegi samochodu do kolejnych wymian oleju silnikowego. Z analizy wynika iż większość danych opisać można zarówno rozkładem normalnym, jak też rozkładem Weibulla ale też rozkładem Laplace'a. Stwierdzono, że różnice w predykcji danych poszczególnymi rozkładami nie są znaczące. Ponadto stwierdzono, że niektóre rozkłady opisują wybrane dane dotyczące przebiegów do jednych wymian, lepiej, a do innych – gorzej. Biorąc to pod uwagę do dalszych analiz przyjęto rozkład normalny.

Przyjęcie normalnego rozkładu statystycznego pozwoliło wyznaczyć statystyki opisowe tj. m. in.: średnią, błąd standardowy, medianę, odchylenie standardowe, wariancję, kurtozę, skośność, zakres, minimum, maksimum, oraz współczynnik zmienności.

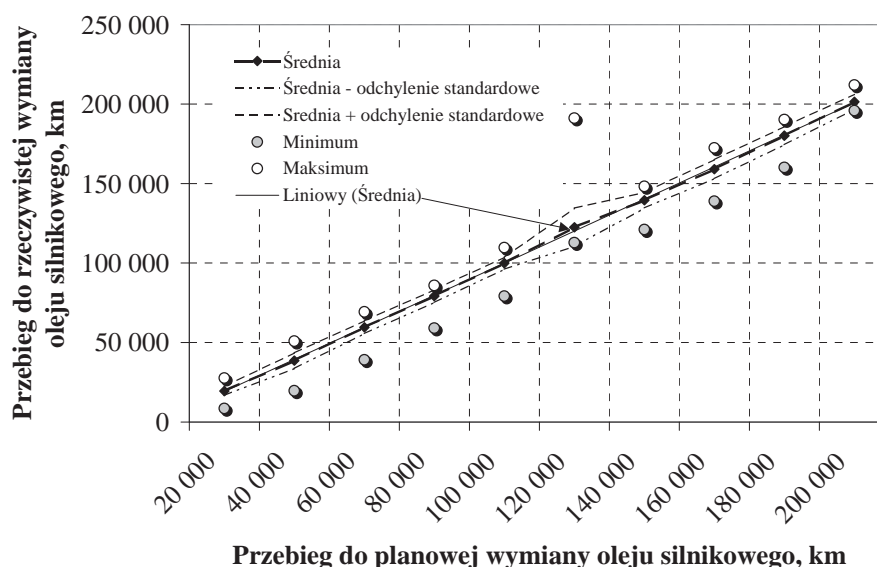
Tab. 1. Przebiegi do kolejnych wymian oleju silnikowego zalecane przez producenta samochodów oraz wybrane statystyki przebiegów do kolejnych wymian oleju silnikowego w eksploatacji naturalnej

Tab. 1. Mileage to next engine's oil changes recommended by cars producer and chosen statistics of mileage to next engine's oil changes in natural exploitation

| | | | | | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Zalecany przebieg do wymiany oleju silnikowego, km | 20000 | 40000 | 60000 | 80000 | 100000 | 120000 | 140000 | 160000 | 180000 | 200000 |
| Średnia, km | 19490,19 | 38604,68 | 59612,39 | 79226,57 | 99878,96 | 122539,1 | 139577,7 | 159124,7 | 180197,9 | 201508 |
| Błąd standardowy km | 331,8493 | 549,189 | 435,7815 | 484,4419 | 494,7938 | 1972,893 | 909,7157 | 1199,443 | 1298,229 | 1578,449 |
| Mediana, km | 20000 | 40006 | 60100 | 79981,5 | 100116 | 120214 | 140113 | 160016 | 180595 | 199390 |
| Odchylenie standardowe, km | 2756,547 | 4912,096 | 4017,707 | 3994,811 | 3669,489 | 12000,64 | 4898,969 | 5997,214 | 5658,848 | 4735,346 |
| Wariancja próbki, km ² | 7598552 | 24128684 | 16141968 | 15958512 | 13465151 | 1,44E+08 | 23999897 | 35966577 | 32022561 | 22423504 |
| Kurtoza | 5,503672 | 6,623896 | 14,95414 | 17,30333 | 20,03996 | 32,05038 | 6,705675 | 5,715792 | 9,319606 | 2,710146 |
| Skośność | -1,34494 | -2,35357 | -3,24205 | -3,98589 | -3,41769 | 5,503667 | -1,8227 | -1,52713 | -2,29271 | 1,480521 |
| Zakres, km | 19198 | 31176 | 30157 | 26795 | 30486 | 78352 | 27095 | 33488 | 30086 | 16071 |

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Minimum, km | 8491 | 19700 | 39125 | 59130 | 79214 | 112900 | 121141 | 138969 | 160264 | 196000 |
| Maksimum, km | 27689 | 50876 | 69282 | 85925 | 109700 | 191252 | 148236 | 172457 | 190350 | 212071 |
| Suma, km | 1344823 | 3088374 | 5067053 | 5387407 | 5493343 | 4533947 | 4047754 | 3978117 | 3423760 | 1813572 |
| Licznik | 69 | 80 | 85 | 68 | 55 | 37 | 29 | 25 | 19 | 9 |
| Współczynnik zmienności | 0,141433 | 0,127241 | 0,067397 | 0,050423 | 0,036739 | 0,097933 | 0,035099 | 0,037689 | 0,031404 | 0,0235 |
| Poziom ufności(95,0%) | 662,1945 | 1093,134 | 866,5995 | 966,9504 | 992,0028 | 4001,207 | 1863,47 | 2475,528 | 2727,48 | 3639,912 |

Dane z analizy przedstawić można w formie graficznej.

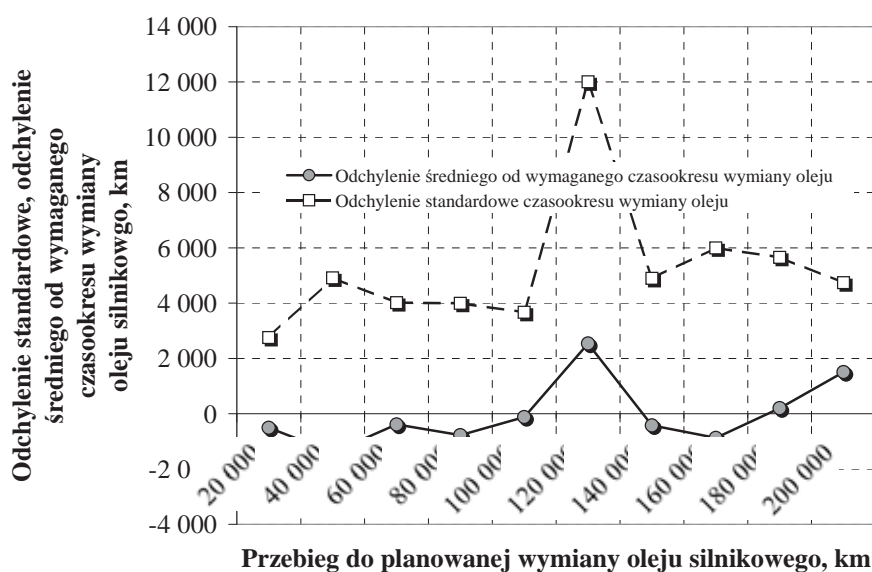


Rys. 2. Statystyki przebiegów do kolejnych wymian oleju silnikowego w funkcji przebiegów zalecanych przez producenta samochodów

Fig. 2. Statistics of mileage to next engine's oil changes vs. mileages recommended by producer

Z Tab. 1 oraz powstałego na podstawie zawartych w niej danych Rys. 2 wynika, że zakres danych jest stosunkowo szeroki i znacznie przekracza wartość odchylenia standardowego. Większość danych układa się podobnie. Wyjątkiem są dane przy zalecanym przez producenta przebiegu do wymiany oleju wynoszącym 120 000 km. Tu zakres jest znacznie szerszy. Wzrosło

również odchylenie standardowe, a średnia eksploatacyjnego przebiegu do wymiany oleju jest większa od przebiegu zalecanego do wymiany. Przyczyna tego stanu rzeczy nie jest znana. Co prawda gwarancja producenta obejmuje przebieg pojazdu do 120 000 km, jednak trudno sobie wyobrazić by był to czynnik decydujący o takim ekscesie. Omawiane zależności uwidoczniono dokładniej na Rys. 3. Widać, że średni przebieg do wymiany oleju silnikowego jest, poza wymianą przy 120 000 km oraz przy 200 000 km, niższy od zalecanego przez producenta. Jest to o tyle nieoczekiwane, iż każda wymiana oleju silnikowego wiąże się ze stosunkowo wysokim wydatkiem. Należałoby spodziewać się, że eksploatujący samochody będą raczej „spóźniali się” niż dokonywali wymian przedwcześnie. Takie zdarzenie ma miejsce jedynie przy przebiegu do zalecanej wymiany równej 120 000 km. Tu zarówno średni przebieg do wymiany jest wyższy jak zalecany i to o ponad 2500 km, jak też odchylenie standardowe od średniej – wynoszące ponad 12 000 km przy pozostałych nieprzekraczających 6 000 km – jest ewenementem,



Rys. 3. Odchylenie standardowe oraz różnica między średnim a zalecanym przebiegiem do kolejnych wymian oleju silnikowego

Fig. 3. Standard deviation and difference between average and recommend mileage to next engine's oil changes

Wyniki scharakteryzowane tym wykresem wydają się być interesujące również z innego powodu. Otóż gdyby wszyscy eksploatujący pojazdy dokonywali wymian oleju w ich silnikach dokładnie wg zaleceń producenta (w tym przypadku co 20 000 km przebiegu pojazdu), dwie proste „Średnia” (z próby) oraz „Liniowy (Średnia)” pokrywałyby się. Tak oczywiście nie jest i trudno sobie wyobrazić by tak kiedykolwiek było. Wymiana oleju z oczywistych względów eksploatacyjnych dokonywana jest przy zbliżonym do zakładanego przez producenta przebiegu. Obrazem tej „prawidłowości” są uwidocznione na Rys. 2 wartości odchylenia standardowego, podane też w postaci pola zawartego między linią „Średnia – odchylenie standardowe” oraz „Średnia + odchylenie standardowe”.

Spostrzeżenia te uzupełnić można o wyniki analizy dotyczącej skośności oraz kurtozy rozkładów przebiegów do kolejnych wymian. Jeśli przyjąć [2], że momentem centralnym M_l rzędu „ l ” próbki $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ jest średnia arytmetyczną l -tych potęg odchylen wartości x_i od średniej arytmetycznej \bar{x} próbki:

$$M_l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^l, \quad (1)$$

to skośność (współczynnik asymetrii) g_1 :

$$g_1 = \frac{M_3}{s^3}, \quad (2)$$

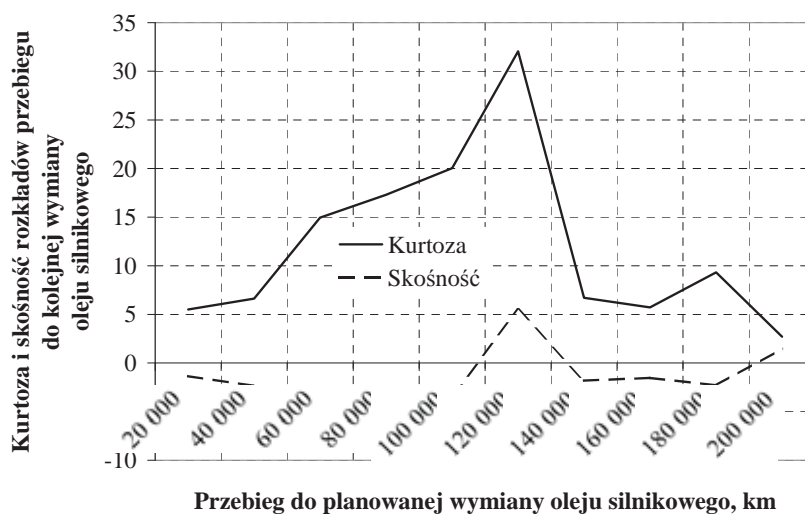
gdzie s jest odchyleniem standardowym. Dla symetrycznego rozkładu normalnego $g_1=0$. Gdy funkcja gęstości rozkładu jest asymetryczna a gęstość jest większa po maksimum jak przed, to $g_1>0$, w przeciwnym przypadku, gdy gęstość przed maksimum jest większa jak po to $g_1<0$.

Wartość kurtozy (współczynnika koncentracji K) wyznaczyć można z zależności:

$$K = \frac{M_4}{s^4}, \quad (3)$$

gdzie s jest odchyleniem standardowym. Kurtoza rozkładu normalnego równa się 3. Gdy $K>3$, to krzywa gęstości rozkładu jest bardziej wklęsła, gdy $K<3$, to krzywa gęstości rozkładu jest mniej wklęsła jak krzywa gęstości rozkładu normalnego.

Obie statystyki wyznaczono analizując dane dotyczące przebiegów do wymiany oleju silnikowego. Wartości statystyk przedstawiono w Tab. 1. i zobrazowano Rys. 4.



Rys. 4. Wartości kurtozy i skośności rozkładów przebiegów do kolejnych wymian oleju w funkcji przebiegów zalecanych przez producenta samochodu

Fig. 1. Value of courtosis and skewness distribution of next engine's oil changes vs. recommend function of mileage to next engine's oil changes

Z przedstawionej analizy wynika, że w całym zakresie przebiegów wartość kurtozy jest większa od trzech, zatem rozkłady statystyczne opisujące przebiegi do kolejnych wymian oleju są asymetryczne (co wynika ze skośności), a ich krzywa gęstości jest funkcją bardziej wklęsłą jak krzywa gęstości rozkładu normalnego. Innymi słowy, większość danych koncentruje się w pobliżu średniej. Koncentracja ta rośnie aż do przebiegu 120 000 km by następnie gwałtownie maleć. Oznacza to, że większość użytkowników samochodów zleca dokonanie wymiany oleju w ich silnikach po podobnych przebiegach. Prawidłowość ta wzrasta do przebiegu związanego z końcem okresu gwarancyjnego, by po tym okresie zmaleć – wciąż jednak prawidłowością pozostając.

Średni przebieg samochodu do wymiany oleju w jego silniku nie jest zgodny z zaleceniem producenta. Prawie w całym zakresie przebiegów eksploatacyjnych przebieg ten jest niższy od zalecanego co oznacza, że wymiany dokonywane są zbyt wcześnie. Z kolei przy przebiegu 120 000 km oraz przy 200 000 km wymiany dokonywane są zbyt późno.

Z powyższych danych wynika wzrost „dyscypliny” użytkowników w przestrzeganiu przebiegu do kolejnej wymiany oleju. Jednocześnie użytkownicy pojazdów wymieniają olej silnikowy raczej wcześniej niż później w stosunku do zaleceń producenta. Przeprowadzone rozważania są postawą sugestii, że olej silnikowy, w większości pojazdów tego producenta, wymieniany jest zbyt wcześnie. To prowadzi do nieuzasadnionych strat w tym do nieuzasadnionego obciążenia środowiska naturalnego.

3. Zakończenie

Kształtowanie przebiegu do kolejnej wymiany oleju silnikowego jest problemem trudnym wymagającym poświęcenia mu szczególnej uwagi. Współcześnie dają zauważyć się dwie tendencje;

- przebieg samochodu do wymiany oleju kształtowany elastycznie – uwzględniający warunki eksploatacyjne konkretnego pojazdu oraz
- przebieg samochodu do wymiany oleju kształtowany sztywno – przy założeniu średnich warunków eksploatacji pojazdu, zalecany przez producenta pojazdu.

W odniesieniu do samochodów osobowych w Europie to pierwsza tendencja daje się zauważyć w pojazdach klasy średniej i wyższej podczas gdy druga, w pojazdach klasy średniej i niższej.

W świetle przeprowadzonych rozważań, popartych wynikami badań, należałoby postulować wprowadzenie kształtowania elastycznego przebiegu do kolejnych wymian oleju w silnikach wszystkich pojazdów. Wyniki badań wskazują bowiem, że w przypadku sztywnego przebiegu do kolejnej wymiany oleju, olej ten wymieniany jest, w większości przypadków, przedwcześnie. Prowadzić to może do nieuzasadnionych strat ekonomicznych, a jednocześnie do nieuzasadnionego obciążenia środowiska. Stwierdzono duże „zdyscyplinowanie” użytkowników, gdyż rozrzuty przebiegów wokół ich wartości średniej do kolejnych wymian oleju są względnie niewielkie. Zauważono przy tym odstępstwo od tej reguły przy końcu okresu gwarancyjnego.

W pracy analizowano przebiegi do wymiany oleju silnikowego samochodów jednej marki i typu. Dla wyciągnięcia wniosków bardziej miarodajnych należałoby zbadać populacje samochodów kilku producentów, najbardziej popularnych na rynku.

Celowym wydaje się również porównanie przebiegów do wymiany oleju samochodów podobnej klasy ale o elastycznej i sztywnej koncepcji kształtowania tych przebiegów. Wydaje się, że pozwoliłoby to dokładniej oszacować efekty wprowadzenia tej pierwszej koncepcji w całości parku eksploatowanych pojazdów.

4. Literatura

- [1] Durst, M., Klein, G-M., Moser, N., *Filtracja w pojazdach silnikowych*, Verlag Moderne Industrie, München 2002.
- [2] Greń, J., *Statystyka matematyczna modele i zadania*, PWN Warszawa 1976.
- [3] Wieszcak, M., *Analiza czasookresu eksploatacji oleju w silnikach samochodów osobowych*, Praca dyplomowa, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczny, Wrocław 2009.

