

USZKODZENIA UKŁADU SMAROWANIA SILNIKÓW CIĄGNIKÓW ROLNICZYCH A SKUTECZNOŚĆ SYSTEMU DIAGNOSTYKI POKŁADOWEJ

Streszczenie

Celem pracy była ocena możliwości diagnozowania układu smarowania silników spalinowych ciągników rolniczych za pomocą systemu diagnostyki pokładowej. Oceny dokonano na podstawie wystąpienia usterek układu smarowania w ciągu jednego roku serwisowania ciągników po różnych przebiegach na podstawie znanych i spotykanych rodzajów usterek tych układów. Przedstawiono metody diagnozowania i rozwiązywania problemów związanych z niesprawnością podzespołów układu smarowania w aspekcie zaistniałych konsekwencji - zatarć. Zaprezentowano wyniki badań niezdatności układów smarowania z podziałem na usterki elektryczne i elektroniczne, mechaniczne i inne. W artykule omówiono problem w diagnozowaniu układu smarowania za pomocą systemu diagnostyki pokładowej.

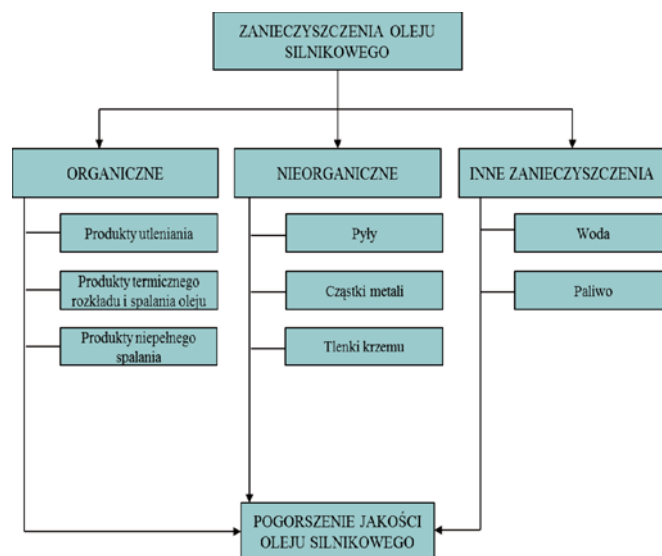
Słowa kluczowe: ciągniki rolnicze, Case, Claas, układ smarowania, usterki eksploatacyjne, kody usterek, niepowodzenia pokładowego systemu diagnozowania

Przeznaczenie i działanie układu smarowania

Układ smarowania należy do podstawowych układów w silniku spalinowym. Spełnia on szereg zadań, począwszy od smarowania współpracujących elementów, poprzez uszczelnianie par kinematycznych, np. pierścienie - gładź cylindra, odprowadzanie ciepła, na usuwaniu osadów i produktów zużycia z współpracujących powierzchni układu tłokowo-korbowego oraz innych par kinematycznych silnika skończywszy. Olej również odprowadza pewną część ciepła z tłoka i wspomaga chłodzenie ścianek cylindra. Pompa oleju, stanowiąca podzespół układu smarowania silnika o zapłonie samoczynnym, podczas jego pracy nieprzerwanie tłoczy pod odpowiednim ciśnieniem olej pobierany z miski olejowej do wszystkich miejsc wymagających smarowania ciśnieniowego. Znamionowa wydajność pompy oleju jest zwykle duża. Na ogół pompa oleju w układzie smarowania ciągnikowego silnika o ZS przetłacza cały krążący olej silnikowy w ciągu 30 do 120 sekund, zależnie od prędkości obrotowej wału korbowego silnika [8]. Najważniejszym zadaniem układu smarowania jest zapewnienie stałej warstwy oleju, tzw. filmu olejowego, między współpracującymi częściami silnika. Warstwa ta ma grubość rzędu od kilkunastu do dwudziestu kilku mikrometrów. Brak warstwy tzw. filmu olejowego między współpracującymi częściami powoduje bezpośredni kontakt (metal-metal), np.: czopa wału korbowego z panewką, co w konsekwencji prowadzi do zatarcia tych układów. Rośnie także liczba zespołów wymagających intensywnego smarowania ciśnieniowego, np.: wałek turbosprężarki, sprężarki mechaniczne, popychacze hydrauliczne, dodatkowe doprowadzenie oleju do tłoków w celu chłodzenia, panewki główne i korbowodowe wału korbowego, wałka rozrządu, łożyska dźwigienniki zaworowych itp. Dodatkowo wymagane jest, aby olej miał niską temperaturę płynięcia i niskie opory tłoczenia, oraz aby podczas rozruchu w niskich temperaturach nie było problemu z płynnością oleju i smarowaniem silnika. Silniki o zapłonie samoczynnym z systemem zasilania *common rail* są szczególnie wrażliwe na jakość oleju silnikowego. Z uwagi na wysoki moment obrotowy i wynikające z tego obciążenia silnika spalinowego, powinien być w nim stosowany środek smarny o możliwie najwyższej jakości.

Wpływ zanieczyszczeń oleju na trwałość silnika

Czynnik smarujący jest medium układu smarowania silnika, którego właściwości decydują o uzyskiwanych parametrach roboczych i czasokresie użytkowania silnika spalinowego. Ciepłnie i mechanicznie obciążony silnik spalinowy wymaga skutecznego smarowania węzłów ciernych, skutecznej filtracji oraz samoregeneracji oleju smarującego. Ponadto, zły stan oleju może powodować zużycie silnika i skrócenie przebiegu eksploatacyjnego [6]. Warunki eksploatacji ciągników mają duże znaczenie z punktu widzenia ilości zanieczyszczeń trafiających do wnętrza silników. Wraz z czasem użytkowania i rosnącym przebiegiem pojazdów, właściwości oleju ulegają jednak pewnemu pogorszeniu. Dzieje się tak wtedy, kiedy ilość zanieczyszczeń i wody przenikających do oleju przekracza dozwolone normy i w silniku zaczyna zbierać się szlam oraz sadza [1]. Rodzaje zanieczyszczeń oleju mających wpływ na pogorszenie jakości oleju silnikowego przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat blokowy zanieczyszczeń oleju silnikowego [6]
Fig. 1. Block diagram of engine oil impurities [6]

Ocena przydatności eksploatacyjnej oleju silnikowego

Monitorowanie parametrów oleju w czasie eksploatacji silnika może być bardzo pomocne w ocenie stanu technicznego jednostki napędowej. W celu przedłużenia okresu eksploatacji oleju oraz ochrony części smarowanych niezbędne jest oczyszczanie olejów, niezależnie od przewidywalnych okresów ich wymiany. Zawartość w oleju różnego rodzaju substancji jest ściśle określona dla oleju świeżego i porównanie jej ze zmieniającą się w okresie eksploatacji ich ilością może być źródłem wiedzy na temat kondycji silnika. Jednak ocena stanu technicznego silnika na podstawie ilości i rodzaju substancji zawartych w oleju wymaga bardzo dużego doświadczenia i umiejętności interpretacji wyników. Okazuje się, że przy zastosowaniu oleju odpowiedniej klasy (minimum takiej, jaką dopuszcza producent) można wydłużyć przebieg między wymianami, co oznacza zmniejszenie kosztów samego oleju i filtrów, jak również kosztów związanych z czasowym wyłączeniem ciągnika z eksploatacji. W warunkach eksploatacji ciągników w rolnictwie, okresy między wymianami oleju należy skrócić. Zwiększa to nieco nakłady na obsługę, jednak może korzystnie wpłynąć na sprawność eksploatacyjną ciągnika, ponieważ zmniejsza się ryzyko przedwczesnego zużycia czy uszkodzenia jednostki napędowej z powodu oleju, którego parametry i czystość powodują, że nie spełnia on wszystkich swoich zadań w silniku. Badania olejów wykonywane są w laboratoriach i uwzględniają w nich zawartość zanieczyszczeń mechanicznych, pochodzących z procesu spalania i usterek eksploatacyjnych.

Zanieczyszczenia mechaniczne

W uzasadnionych przypadkach, jeśli silnik wykazuje niepokojące objawy lub użytkownik podejrzewa pogorszenie warunków pracy silnika z powodu niewłaściwych parametrów oleju, wykonuje się badania mające na celu określenie zawartości niektórych pierwiastków. Podwyższona zawartość pierwiastków metalicznych (głównie żelaza i pierwiastków, które stanowią dodatki do jego stopów - stali i żeliwa), może świadczyć o zużyciu elementów metalowych silnika, takich jak: gładzi cylindrowych, pierścieni tłokowych, czopów wału korbowego, rozrządu i jego krzywek. Z kolei, podwyższona zawartość metali kolorowych może wynikać z postępującego zużycia stopów łożyskowych, którymi pokrywa się panewki łożysk ślizgowych.

Zanieczyszczenia pochodzące z procesów spalania

Kolejną grupą zanieczyszczeń, które mogą pojawić się w oleju silnikowym są pierwiastki pochodzące z produktów jego spalania oraz zanieczyszczenia mogące przedostawać się do silnika z zewnątrz, np. krzem pochodzący z eksploatacji ciągników w warunkach dużego zapylenia. Z procesów spalania może przedostawać się do oleju sadza, która jest największą objętościowo wśród składników spalin, charakterystyczna dla silników o zapłonie samoczynnym. Silniki o zapłonie samoczynnym ciągników z systemami wysokociśnieniowymi CR wyposażone w filtry cząstek stałych mają funkcję wtrysku dodatkowej dawki paliwa w celu zwiększenia temperatury spalin w układzie wylotowym. Dawka ta może niekiedy powodować wzrost poziomu oleju w silniku w wyniku przedostawania się niespalonego paliwa z komory spalania do miski olejowej. W tym celu, w tych jednostkach napędowych na wskaźnikach oznacza się trzecią podziałkę symbolem X. Praca silnika dająca jasnobłękitną barwę spalin wydobywających się z układu wylotowego może świadczyć o zużyciu

pierścieni tłokowych i gładzi cylindra, a także uszkodzeniu łożysk wirnika turbosprężarki. Olej wówczas przedostaje się na ścianki zaworu układu recyrkulacji spalin (AGR/EGR), a to z kolei powoduje uszkodzenie i nieprawidłowe działanie wskutek osadzania się tworzącego nagaru.

Zanieczyszczenia pochodzące z usterek eksploatacyjnych

Na ogół każdy silnik spala olej, co jest zjawiskiem normalnym. Jeśli jednak poziom oleju w misce olejowej rośnie, to znaczy, że dostaje się do niego jakaś obca substancja: w praktyce jest to płyn chłodniczy lub paliwo. Jeśli do oleju dostaje się płyn chłodniczy, to z całą pewnością oznacza to poważną usterkę - co najmniej wypalenie uszczelki pod głowicą, ale również może to być pęknięcie głowicy lub bloku silnika [2]. Jeśli chodzi o dostawanie się pewnej ilości paliwa do miski olejowej, to minimalne jego ilości również dotyczą każdego rodzaju jednostki napędowej. Jednak, większe ilości paliwa w misce olejowej dotyczą przede wszystkim silników o ZS i - co ważne - wyłącznie wyposażonych w filtr cząstek stałych.

Systemy przewietrzania skrzyni korbowej silnika

Obecnie stosuje się zamknięte systemy przewietrzania skrzyni korbowej, w których gazy ze skrzyni korbowej są „wysysane” przez silnik i razem ze świeżym ładunkiem dostają się do cylindrów silnika. Powodem nadmiernego ciśnienia w skrzyni korbowej mogą być uszkodzone lub zużyte pierścienie tłokowe, zablokowanie pierścieni w rowkach pierścieniowych tłoka lub zużyte tuleje cylindrowe. Niezależnie od typu silnika uszkodzenie tego systemu może spowodować awarię jednostki napędowej. Ten niekorzystny stan pogarsza się wraz z liczbą przepracowanych godzin. Przedmuchi gazów oprócz wzrostu ciśnienia w skrzyni korbowej, przyspieszają również zużycie oleju oraz powodują jego wycieki, zwłaszcza przez przednie i tylne uszczelnienie wału korbowego. Do prawidłowej pracy silnika potrzebne jest odpowietrzenie, które kieruje nagromadzone gazy z powrotem do cylindrów. Nacisnięcie w skrzyni korbowej można zmierzyć ciśnieniomierzem, podłączonym do rurki miarki oleju. Przy zatkanym lub uszkodzonym odpowietrniku skrzyni korbowej i separatorze mgły olejowej następuje wzrost ciśnienia w skrzyni korbowej. Już przy naciśnięciu wynoszącym tylko kilka milibarów olej silnikowy z turbosprężarki jest wtłaczany do układu ssącego i wydechowego, ulegając spalaniu w turbosprężarce i w silniku. Dodatkowym negatywnym skutkiem przedostawania się oleju do układu dolotowego jest utrudnienie ruchów mechanicznego układu przestawiania VTG (*Variable Turbo Geometry*) z powodu osadów nagaru olejowego, które doprowadzają do jego zablokowania. Zbyt wysokie ciśnienie w skrzyni korbowej jest we współczesnych silnikach ciągników sygnalizowane kodem albo pulsującym lub ciągłym świeceniem lampki kontrolnej.

Dysponując doświadczeniem oraz znając dopuszczalne zawartości poszczególnych pierwiastków wynikające ze składu chemicznego oleju można z dużym wyprzedzeniem określić, który węzeł tarcia w silniku ulega nadmiernemu zużyciu. Dzięki temu można szybko zareagować na niekorzystne zjawiska zachodzące w silniku, zanim nastąpi jego uszkodzenie czy poważniejsza awaria. Dotyczy to szczególnie pojazdów pracujących w uciążliwych warunkach.

Nowoczesne oleje silnikowe umożliwiają zwiększenie okresów między jego wymianami. Jednak, warunkiem osiągnięcia wydłużonych przebiegów między przeglądami jest stosowanie odpowiedniej jakości filtrów oleju. Nieprzestrzeganie tej zasady prowadzi do trwałego osadzenia się zanieczyszczeń w silniku, a w konsekwencji do postępującego zużycia jego ele-

mentów, a nawet zatarcia panewek lub ułożyskowania turbosprężarki. Najczęściej stosuje się filtry pełnoprzepływowe (szeregowe). Na rys. 2 przedstawiono filtr pełnoprzepływowy z zaznaczonymi kierunkami przepływu oleju.



Rys. 2. Filtr pełnoprzepływowy stosowany w silnikach ciągników rolniczych [8]

Fig. 2. Full flow filter applied in the engines of agricultural tractors [8]

Obecnie wykonuje się filtry w technologii NeoMag, w której zastosowano magnes neodymowy, wytwarzany z połączenia neodymu, żelaza i boru, produkowanego metodami metalurgii proszków, czyli prasowania w podwyższonej temperaturze. Magnesy te wytwarzają bardzo silne pole magnetyczne, co przekłada się na dużą siłę przyciągania (ok. 10 razy większą niż magnes tradycyjny), tym samym wychytując przedostające się do obiegu oleju drobiny metalu w środku smarnym, które zwiększają prawdopodobieństwo awarii silnika [7].

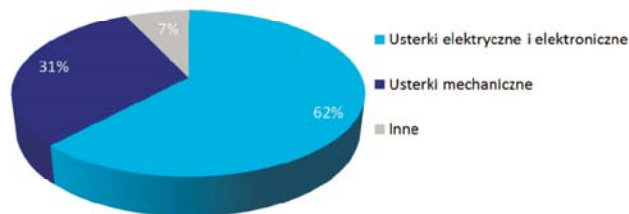
Material i metody

Dla osiągnięcia celu pracy przeprowadzono badania w autoryzowanym zakładzie serwisowym, obsługującym jedną markę ciągników. Objęto nimi 25 nowoczesnych ciągników rolniczych, o mocach w zakresie od 51,5 do 286,8 kW (70-390 KM), które były naprawiane w okresie badań. W trakcie prowadzonych badań, wykorzystując dokumentację warsztatową każdego zlecenia naprawy, pozyskiwano dane dotyczące modelu ciągnika oraz rodzaju zaistniałej usterki. Istotna była również treść informacji, jaką przekazywał użytkownik serwisantowi, dotycząca symptomów zaistniałego uszkodzenia oraz wskazania systemu diagnostyki pokładowej ciągnika. Po demontażu uszkodzonego zespołu określano, co faktycznie uległo uszkodzeniu i co było przyczyną wystąpienia awarii. Dodatkowo przeprowadzono rejestrację fotograficzną występujących rodzajów zużycia.

Wyniki badań

Awarie w układach smarowania są nieliczne, niemniej jednak mogą powodować zatarcia i uszkodzenia całego silnika. Z przeprowadzonych badań ciągników wynika, że w układach smarowania usterek ulegały najczęściej podzespoły elektryczno-elektroniczne (62%), na drugim miejscu - podzespoły mechaniczne (31%) oraz uszkodzenia inne (7%), m.in. wady produkcyjne i montażowe niektórych elementów. Uszkodzenia te nie wpływały na sprawność ciągników, nie mniej jednak one wystąpiły. Awariom ulegały elementy elektryczne i elektroniczne: czujniki, okablowania czujników, aktuatory. Wystąpiły zwarcia przewodowe i masowe (utrudnienie właściwego przepływu prądu przez rdzę, a czasami całkowity brak jego

przepływu), wysokie wartości rezystancji, uszkodzenie przewodów, nieprawidłowe napięcie zasilające i uziemienie. Z usterek mechanicznych występowały: zanieczyszczenie siatki filtrującej zasysany olej, uszkodzenie smoka, nadmierne zużycie elementów pompy oleju, uszkodzenie zaworu nadmiarowego pompy, filtrów oleju oraz przewodów i złączy. Objawami wymienionych uszkodzeń są spadek ciśnienia oleju w układzie, sygnalizowany zapaleniem się lampki kontrolnej lub wskazaniem systemu diagnostyki pokładowej oraz wycieki oleju w miejscach uszkodzenia przewodów. Strukturę procentową rozkładu uszkodzeń przedstawiono na rys. 3.



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 3. Udział procentowy uszkodzeń poszczególnych zespołów ciągników o mocach w zakresie od 39 do 340 kW (53-450 KM) w grupie poddanej naprawom

Fig. 3. Percentage share the failures of individual tractor assemblies of 53-450 HP tractors in a group subject to repairs

W ciągnikach o większej ilości przepracowanych godzin występują procesy generowania usterek, m.in. przedmuchi silnika, co wiąże się z zatykaniem się układów odpowietrzenia skrzyni korbowej, a co za tym idzie wzrostem ciśnienia i uszkodzeniami, np. turbosprężarek, bądź z uszkodzeniami zaworów regulujących ciśnienie. Uszkodzony lub "zatory" zawór regulujący ciśnienie może powodować, że ciśnienie smarowania jest za niskie lub za wysokie. Może to wywoływać przyspieszone zużycie się panewek głównych i pomp olejowych. Bardzo duży wpływ na uszkodzenie mechaniczne w układach smarowania mają interwały pomiędzy wymianami oleju w silniku, filtry paliwa, jak i zasiarczenie oleju napędowego.

Diagnozowanie stanu technicznego układów smarowania i rozwiązywanie problemów związanych z ich niesprawnością

Nieprawidłowa praca systemu monitorowania stanu technicznego silnika

We współczesnych ciągnikach i maszynach rolniczych stosuje się najnowsze technologie elektroniczne i informatyczne, które zarządzają nie tylko pracą samego silnika, ale również pracą pozostałych podzespołów tego pojazdu. Pierwsze układy elektroniczne pojawiły się w ciągnikach rolniczych w latach 1960., jednak ich gwałtowny rozwój nastąpił pod koniec lat 1980. Powstały standardy transmisji danych CAN (*Controller Area Network*), które doprowadziły do wprowadzenia protokołu transmisji CAN-BUS [4, 5]. W czasie eksploatacji ciągników, niezdatności poszczególnych zespołów, rodzaje i ich symptomy mogą być wielorakie, zbliżone bardziej lub mniej do siebie. Podlegają one rozwojowi, dlatego stosuje się kilka czujników dających rzetelny sygnał przekształcany w informację diagnostyczną, umożliwiającą szybką ich diagnozę przy wykorzystaniu urządzenia diagnostycznego.

Przykładowe znormalizowane kody usterek bezpośrednio lub pośrednio związanych z awaryjnym funkcjonowaniem układu chłodzenia

Przedstawiony poniżej kod jest podkreśleniem integracji dwóch funkcji: temperatury i ciśnienia oleju mających duży wpływ na sprawność jednostki napędowej silnika.

Kod usterki 3147 - obwód - układ chłodzenia - smarowania
MODUŁ STERUJĄCY silnika; ECU

Kontekst

Moduł sterujący silnika (ECU) wygenerował kod usterki związany z czujnikiem temperatury/ciśnienia oleju. Czujnik temperatury/ciśnienia oleju, to zintegrowany czujnik używany zarówno do odczytu temperatury, jak i ciśnienia. Ta usterka jest związana z funkcją odczytu temperatury tego urządzenia. Błąd ten wynika z kontroli prawdopodobieństwa występowania zbyt wysokiej temperatury oleju. Moduł ECU uniemożliwia wykonywanie jakichkolwiek testów prawdopodobieństwa, jeśli zostały wykryte błędy sygnału konwersji analogowo-cyfrowej (ADC) odnośnie do czujnika temperatury/ciśnienia oleju lub czujnika temperatury płynu chłodzącego.

Przyczyna

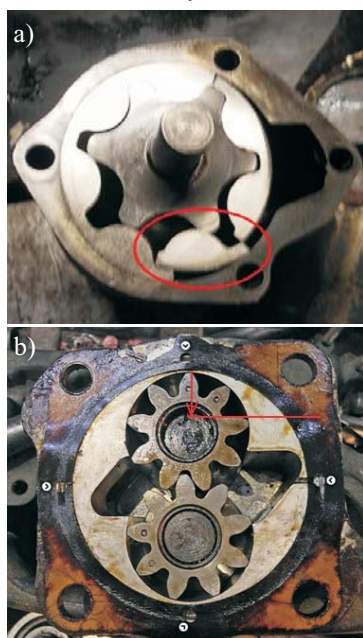
Czujnik temperatury/ciśnienia oleju sygnalizuje modułowi ECU nietypowo wysoką temperaturę oleju.

Możliwe tryby awaryjne

1. Usterka czujnika temperatury/ciśnienia oleju.
2. Uszkodzone przewody elektryczne i/lub nieprawidłowe połączenia.
3. Uszkodzony moduł ECU, nieprawidłowe napięcie zasilające lub uziemienie.
4. Uszkodzony układ chłodzenia lub smarowania.

Występują jednak sytuacje, w których zapis kodu jest nieadekwatny do faktycznej przyczyny usterki. Może również wystąpić opóźnienie sygnału kodu lub brak sygnału kodu o wystąpieniu usterki.

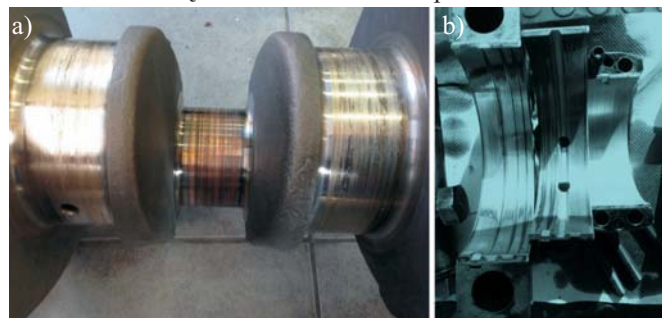
Pomimo wygenerowania kodu **3031** usterki układu smarowania - spadku ciśnienia oleju i zatrzymania silnika dochodzi do znacznego zatarcia wału korbowego, co uniemożliwia jego naprawę. Przykładowe uszkodzenia z powodu niesprawności układu smarowania silników ciągników Case Maxxum 858 i Claas Arion przedstawiono na rys. 4.



Źródło: materiały serwisowe producenta / Source: producer's service materials
Rys. 4. Uszkodzenia pierścienia zewnętrznego pompy olejowej ciągnika Claas Arion (a) oraz zniszczenie łożyskowania górnego koła zębatego ciągnika Case Maxxum 858 (b)
Fig. 4. Damage to the oil pump outer ring of Claas Arion tractor (a) and on the right: failure of the upper gear bearing of Case Maxxum 858 (b)

Możliwe przyczyny uszkodzenia układu smarowania, a w konsekwencji wału korbowego (rys. 5):

- opóźnienie wygenerowania kodu usterki spadku ciśnienia,
- znaczne obciążenie silnika w chwili spadku ciśnienia.



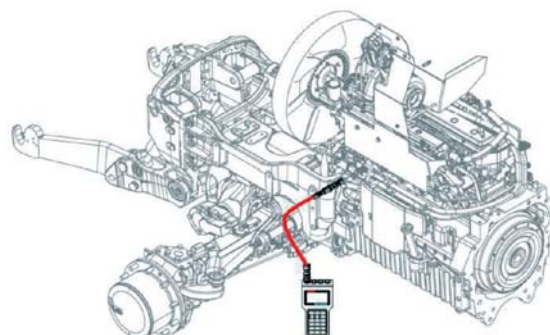
Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 5. Zatarcie wału korbowego: przebarwienia temperaturowe (a), zatarcie łożysk - mikroskrwanie (b)

Fig. 5. Seizure of crankshaft: changes in color due to the temperature (a), bearings seizure - microcutting (b)

Diagnozowanie elementów układu smarowania

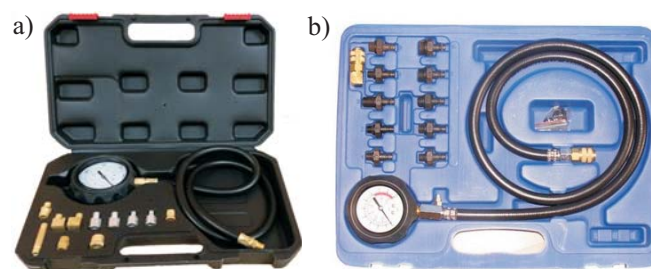
Wartość ciśnienia oleju silnikowego i jego zmiany pod wpływem zmian prędkości obrotowej silnika stanowią miernik stanu układu smarowania, stanu łożyskowania wału korbowego i rozrządu. Do przeprowadzenia pomiaru należy w miejsce czujnika ciśnienia, który steruje lampką sygnalizacyjną w zestawie wskaźników, wkręcić końcówkę próbnika ciśnienia oleju. Następnie uruchamia się silnik i mierzy ciśnienie oleju na biegu jałowym i przy nominalnej prędkości obrotowej silnika [3, 9, 10]. Minimalne ciśnienie powinno wynosić 1.05 barów. Na rys. 6 przedstawiono kontrolę ciśnienia oleju za pomocą testera, a na rys. 7 rodzaje próbników do pomiaru ciśnienia oleju.



Źródło: mater. inform. producenta / Source: producer's information materials

Rys. 6. Kontrola ciśnienia oleju w silniku ciągnika Case Maxxum za pomocą testera

Fig. 6. Monitoring of the oil pressure in Case Maxxum tractor engine by means of the tester



Rys. 7. Próbniki ciśnienia oleju: a) próbnik ciśnienia oleju 0-10 Bar firmy GEKO, b) próbnik ciśnienia oleju 0-35 bar firmy YATO [11]

Fig. 7. Testers of the oil pressure: a) GEKO 0-10 Bar oil pressure tester, b) ATO oil pressure tester 0-35 bar [11]

Warunki przeprowadzenia kontroli ciśnienia oleju:

- silnik na biegu jałowym,
- temperatura oleju powyżej 90°C,
- podłączyć złącze hydrauliczne,
- podłączyć tester.

Podsumowanie

Awarie wynikające z nieprawidłowości eksploatacji silnika:

- niewłaściwa interpretacja wyników badań diagnostycznych,
- nie stosowanie odpowiednich, specjalistycznych narzędzi, oprzyrządowania i systemów kodowania programowania podzespołów i elementów układów silnika,
- stosowanie niezgodnych z zaleceniami technik i momentów dokręcania śrub,
- zastosowanie niewłaściwych części zamiennych i części o niskiej jakości,
- zastosowanie niewłaściwych materiałów uszczelniających i eksploatacyjnych,
- stosowanie materiałów eksploatacyjnych o złej jakości,
- brak kontroli nad stanem i poziomem płynów eksploatacyjnych,
- nieprzestrzeganie terminów i przebiegów okresowych przeglądów silnika (diagnostyka, pomiary, regulacje, wymiana materiałów i płynów eksploatacyjnych),
- brak reakcji lub niewłaściwa reakcja na pojawiające się symptomy nietypowej pracy silnika, nieprawidłowości pracy i objawy uszkodzeń silnika.


Bibliografia

- [1] Chomik Z., Chomik G.: Nowoczesna obsługa techniczna ciągników. Wydawnictwo Hortpress, Warszawa, 2016.
- [2] Jósko M., Kołodziejczyk D.: Wybrane problemy eksploatacyjne pojazdów i maszyn rolniczych w zakresie ich serwisowania. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2008, Vol. 53, 2, 5-7.
- [3] Kubiak P., Zalewski M.: Pracownia diagnostyki pojazdów samochodowych. WKiŁ, Warszawa, 2012.
- [4] Merkisz J., Mazurek S.: Pokładowe systemy diagnostyki pojazdów samochodowych. WKiŁ, Warszawa, 2009.
- [5] Myszowski S.: Diagnostyka pokładowa. Standard OBD/EOBD. Poradnik Serwisowy, 2003, 5, 27-28.
- [6] Niewczas A., Wrona J., Wrona R.: Zanieczyszczenia oleju smarującego oraz ich wpływ na trwałość silnika spalinowego. Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, 2010, 6.
- [7] Cedek Ł.: Skąd się biorą drobinny metalu w oleju silnikowym. Nowoczesny Warsztat, Tczew, 2017, 6.
- [8] Skrobaccki A., Ekielski A.: Pojazdy i ciągniki rolnicze. Wieś Jutra, 2012, 34-80.
- [9] Sitek K.: Diagnostyka samochodowa. Auto, Warszawa, 1981, 28-30.
- [10] Wróblewski P., Kupiec J.: Diagnostowanie podzespołów i zespołów pojazdów samochodowych. WKiŁ, Warszawa, 2015.
- [11] Mat. inform. ZUP HP-Bytom Eurostar Polska. Gliwice.

LOSS OF AGRICULTURAL TRACTOR LUBRICATION SYSTEM AND THE EFFICIENCY OF THE BOARD DIAGNOSTIC SYSTEM

Summary

The purpose of the work is to assess the possibility of diagnosing the lubrication system of tractor engines using the on-board diagnostic system. The assessment was based on the occurrence of lubrication system faults during one year of servicing after various runs. The analysis was performed on the basis of known and common types of faults of these systems. Methods of diagnosing and solving problems related to the failure of components of the lubrication system in the aspect of the consequences - seizures. The results of tests of inability of lubrication systems with division into electrical and electronic, mechanical and other defects are presented. The article discusses the problem of diagnosing the lubrication system using the on-board diagnostic system. **Key words:** farm tractors, Case, Claas, lubrication system, system operation faults, fault codes, failure of on-board diagnostic system



Kazimierz A. Dreszer, Adam P. Dubowski, Tadeusz Pawłowski,
Jan Szczepaniak, Mariusz Szymanek

**NAPĘDY HYDROSTATYCZNE
W MASZYNACH ROLNICZYCH**

ISBN 978-83-927505-0-5

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT MASZYN ROLNICZYCH
POZNAŃ 2008

NAPĘDY HYDROSTATYCZNE W MASZYNACH ROLNICZYCH

Książka adresowana jest do studentów uczelni rolniczych oraz użytkowników maszyn rolniczych. Zawiera wybrane zagadnienia z mechaniki płynów i właściwości cieczy roboczych, opis budowy oraz działania poszczególnych maszyn hydraulicznych. Ponadto przedstawia przykładowe urządzenia hydrauliczne w wybranych maszynach rolniczych, a także diagnostykę układów hydraulicznych.

Wydawca: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych
60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31
tel. +48 61 87 12 200; fax + 48 61 879 32 62;
e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>