

METODY DIAGNOZOWANIA ROZRUSZNIKÓW SAMOCHODOWYCH

Krzysztof Plizga

University of Life Sciences, Lublin, Poland
e-mail: krzysztof.plizga@up.lublin.pl

Streszczenie. Obwód rozruchu pojazdów samochodowych powinien spełniać wymagania sprawnego rozruchu silnika spalinowego. Aby sprostać tym wymogom, szczególny nacisk kładzie się na rozrusznik elektryczny, dla którego opracowane są odrębne przepisy dotyczące metod konstruowania oraz w późniejszej fazie weryfikacji i diagnozowania gotowego wyrobu.

Słowa kluczowe: wyposażenie elektryczne pojazdów, rozrusznik, uszkodzenia eksploatacyjne.

WYMAGANIA STAWIANE ROZRUSZNIKOM SAMOCHODOWYM

Rozruszniki elektryczne podlegają szczegółowym wymaganiom, które muszą spełniać podczas wypełniania określonych zadań w obwodzie rozruchowym pojazdów. Wymagania te są określone przez następujące normy:

- BN-82/3683-01 – Wyposażenie elektryczne pojazdów samochodowych. Rozruszniki.
- PN-78/S-76121 – Wyposażenie elektryczne pojazdów samochodowych. Rozruszniki.

Zazębenia.

- PN-85/S-76001 – Pojazdy silnikowe. Wyposażenie elektryczne. Ogólne wymagania i badania.

- PN-V-81001 – Prądnice prądu stałego, alternatory, rozruszniki i rozrusznikoprądnice pojazdów wojskowych. Szeregi mocy znamionowej.

- PN-ISO 8856 – Pojazdy drogowe. Parametry elektryczne rozruszników. Ogólne wymagania i metody badań.

Określone wymagania standaryzacyjne dotyczą przede wszystkim kontroli, a także badań rozruszników od strony mechanicznej i elektrycznej w określonych warunkach pracy tego wyrobu. Jako wzorce diagnostyczne podczas badań rozruszników można przyjąć wielkości charakterystyczne podawane przez producenta.

Na przykład według PN-ISO 8856 rozruszniki samochodowe powinny sprawnie pracować w następujących warunkach:

- zmieniającej się temperaturze otoczenia w granicach od -40°C do $+60^{\circ}\text{C}$,
- wilgotności względnej $95^{+30}\%$,
- drganiach i wstrząsach.

Obowiązujące normy określają ponadto dodatkowe szczegółowe wymagania konstrukcyjno-eksploatacyjne rozruszników pojazdów, którym powinny sprostać rozruszniki. Są to:

- rozrusznik powinien zapewnić prawidłowe zazębienie koła zębatego z wieńcem koła zamachowego silnika,
 - moc na wale, moment obrotowy, prędkość obrotowa i pobór prądu przy określonym napięciu w temperaturze otoczenia $20 \pm 5^\circ\text{C}$ powinny być zgodne z wartościami podanymi z dokumentacji technicznej dla danego typu rozrusznika,
 - rozrusznik powinien wytrzymać bez uszkodzeń 15-sekundową pracę przy zwiększonej prędkości obrotowej określonej dla danego typu rozrusznika,
 - rozrusznik w pięciokrotnym cyklu pracy (5 sekund pracy, 30 sekund przerwy) z obciążeniem znamionowym nie powinien ulec uszkodzeniu na skutek nagrzania się uzwojeń,
 - oporność elektryczna izolacji po zawilgoceniu w temperaturze 60°C powinna być nie mniejsza niż 20 k Ω , przy czym pomiaru należy dokonać w ciągu pięciu minut po wyjęciu z higrostatu,
 - spadek napięcia na stykach wyłącznika rozrusznika nie powinien przekroczyć 0,3V przy poborze prądu o wartości równej połowie prądu zwarcia,
 - rezystancja uzwojeń rozrusznika w normalnych warunkach powinna być zgodna z określoną w dokumentacji technicznej danego typu rozrusznika,
 - części wirujące rozrusznika nie powinny ulec uszkodzeniu podczas trwającego 15s zwiększenia prędkości obrotowej o co najmniej 20% ponad największą prędkość obrotową przewidzianą dla danego typu rozrusznika,
 - czas zatrzymania się wirnika rozrusznika nie powinien przekroczyć 5 sekund,
 - mechanizm sprzęgający rozrusznik z kołem zamachowym silnika powinien przesuwac się po wielowypuszcie na wałku wirnika swobodnie, lecz bez wyczuwalnych zacięć zarówno podczas ruchu obrotowego, jak i przesuwu osiowego, a jednocześnie nie powinien posiadać nadmiernego luzu,
 - mechanizm sprzęgający z wieńcem koła zamachowego powinien chronić wirnik przed uszkodzeniem w czasie, gdy rozrusznik jest napędzany przez silnik,
 - wyłącznik elektromagnetyczny rozrusznika powinien zapewnić wysunięcie koła zębatego do położenia zapewniającego zazębienie z wieńcem zębatym rozrusznika przy zasilaniu prądem o napięciu 4,2V dla napięcia znamionowego 6V, 9,0V dla napięcia znamionowego 12V, 20V dla napięcia znamionowego 24V,
 - koło zębate powinno pozostawać w położeniu roboczym podczas zasilania wyłącznika napięciem obniżonym do 55% wartości napięcia znamionowego; koło zębate powinno powrócić w położenie wyjściowe po przerwaniu zasilania uzwojenia wyłącznika,
 - moment obrotowy działający na koło zębate rozrusznika, dla którego powinno następować zwolnienie mechanizmu sprzęgła jednokierunkowego, powinien być nie większy od określonego w dokumentacji konstrukcyjnej dla danego typu rozrusznika,
 - zębnik powinien swobodnie obracać się w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów wirnika, określonym strzałką na obudowie rozrusznika; w przeciwnym kierunku zębnik powinien obracać się łącznie z wirnikiem,
 - wartość siły docisku szczotek do komutatora powinna być zgodna z określoną w dokumentacji dla danego typu rozrusznika,
 - trwałość rozrusznika powinna wynosić nie mniej niż 10 000 włączeń rozruchowych w badaniach laboratoryjnych lub 100 000 km przebiegu pojazdu samochodowego w warunkach eksploatacyjnych, odpowiadających jego przeznaczeniu i uzgodnionych pomiędzy producentem a odbiorcą,
 - rozrusznik powinien być przystosowany do pracy w jednoprzewodowym układzie zasilania.

ANALIZA USZKODZEŃ ROZRUSZNIKÓW ELEKTRYCZNYCH W EKSPLOATACJI POJAZDÓW

Rozruszniki w pojazdach samochodowych, a zwłaszcza w pojazdach rolniczych, pracują przy bardzo niekorzystnych i zmiennych warunkach eksploatacyjnych. Są to np. różne temperatury pracy, dynamicznie zmienne obciążenie mechaniczne, a także warunki klimatyczne. W efekcie tego powstają różnego rodzaju uszkodzenia, które możemy podzielić w zależności od ich charakteru na:

- uszkodzenia mechaniczne – uniemożliwiające poprawną pracę urządzenia, jak np. duże zmiany wymiarowe w kształcie i gładkości komutatora, nadmierne zużycie szczotek; zużycie łożysk ślizgowych i czopów wałka twornika,
- uszkodzenia elektryczne – ograniczające lub całkowicie uniemożliwiające pracę rozrusznika; są one wynikiem przeciążenia rozrusznika oraz związanego z tym przegrzania uzwojeń i uszkodzenia izolacji [Dziubiński M., Krasowski E., Plizga K. 2005].

W maszynach elektrycznych pojazdów znajdują się elementy typowo mechaniczne, w których występuje proces zużywania w wyniku tarcia oraz elementy pozostające w czasie pracy pod napięciem elektrycznym. Elementy mechaniczne zużywają się analogicznie do innych części maszyn. W przypadku rozruszników dotyczy to jedynie łożysk ślizgowych.

Podstawowe elementy maszyn elektrycznych, współdecydujące o ich działaniu (szczotki i komutatory), zużywają się w wyniku tarcia, erozji oraz korozji. Sam proces tarcia szczotki o metal komutatora nie jest zbyt intensywny i przy dobrych własnościach ślizgowych materiału szczotki dają nieduże efekty zużyciowe. Ubytek wagowy i liniowy szczotek oraz komutatora intensyfikuje się znacznie w wyniku istnienia erozji elektrycznej. Przepływ prądu ze szczotek do komutatora (jak to ma miejsce w przypadku rozrusznika) powoduje iskrzenie, tj. wyładowania elektryczne, które przenoszą cząstki materiału z jednej powierzchni na drugą, a ściślej wyrwywają cząstki z warstwy wierzchniej zarówno szczotek, jak i komutatora. Iskreniu towarzyszy dość wysoka lokalna temperatura, która powoduje intensywne utlenianie metalu komutatora, a więc proces korozyjny. W efekcie często spotyka się obok dużego zużycia mechanicznego nadpalenie komutatora, szczególnie w przypadku zbyt dużej gęstości prądu. Zwiększająca się w wyniku erozji i korozji chropowatość komutatora i szczotek intensyfikuje wtórnie proces zużywania [Cisło Z., Osterloff L. 1978].

Inne współpracujące elementy urządzeń elektrycznych (w tym i rozruszników) zużywają się w podobny sposób. Mniejszy jest jedynie w ich przypadku udział procesu zużycia w wyniku tarcia dzięki istnieniu zaledwie nieznacznych przemieszczeń [Judge A. 1982].

Podczas eksploatacji rozrusznika następuje stopniowe zużywanie się jego elementów i podzespołów, bądź zużycie przyspieszone w wyniku nieprawidłowego użytkowania i obsługi lub pracy rozrusznika w ciężkich warunkach (np. częsty rozruch silnika w okresie zimowym, rozruch silnika z niedomaganiem układu zasilania lub układu zapłonowego).

Zarówno elementy mechaniczne, jak i elektryczne rozruszników mogą ulegać zużyciu w wyniku eksploatacji oraz różnego rodzaju uszkodzeniom. Zużywanie się części jest procesem trwającym pewien okres, a jego skutki narastają stopniowo. Uszkodzenie części ma natomiast charakter nagły i z reguły występuje losowo, np. po przekroczeniu granicy wytrzymałości elementu, dopuszczalnej temperatury pracy, czy też wartości przepływającego przez dany element prądu. Wynikają z tego typowe uszkodzenia elektryczne rozruszników, którymi są m.in. przerwy w uzwojeniu, zwarcia do masy, zwarcia międzyzwojowe, zaś mechaniczne to pęknięcia, wykruszenia, rozerwanie (np. przy rozbieganiu się rozrusznika) [Kowalski B. 1981].

ANALIZA METOD DIAGNOSTYCZNYCH BADANIA UKŁADU ROZRUCHOWEGO

Podstawową zasadą diagnozowania jakiegokolwiek obwodu w pojazdach samochodowych jest sprawdzenie jego kompletności i ciągłości. W przypadku diagnozowania obwodu rozruchu poddajemy sprawdzeniu obwód od źródła zasilania (akumulatora) do odbiornika (rozrusznika) – z uwzględnieniem obwodu sterowania (wyłącznik rozrusznika, ciągnio, wyłącznik rozruchu) – czy połączenia elektryczne (realizowane poprzez złącza i nakrętki) mają ciągłość. Połączenia te mogą ulec uszkodzeniu na skutek utlenienia lub drgań w pojeździe.

Badania stanu technicznego rozrusznika można przeprowadzić przy zastosowaniu następujących metod:

- bezpośrednio w pojeździe, podczas próby rozruchu oraz przy zastosowaniu podstawowych przyrządów pomiarowych,

- po demontażu rozrusznika z pojazdu i sprawdzeniu go na stanowisku laboratoryjnym.

Pierwsza z metod stosowana jest do oceny charakteru uszkodzenia. Stosuje się ją także w bieżących naprawach drogowych oraz jako czynność wstępną do ścisłej kontroli w warunkach warsztatowych. Metoda ta polega na kolejnej eliminacji z obwodu części elementów prawidłowo działających i nieuszkodzonych, aż do zlokalizowania źródła niesprawności obwodu. Druga z metod jest warsztatowym przeglądem rozrusznika dla sklasyfikowania jego zużycia lub znalezienia uszkodzonej części.

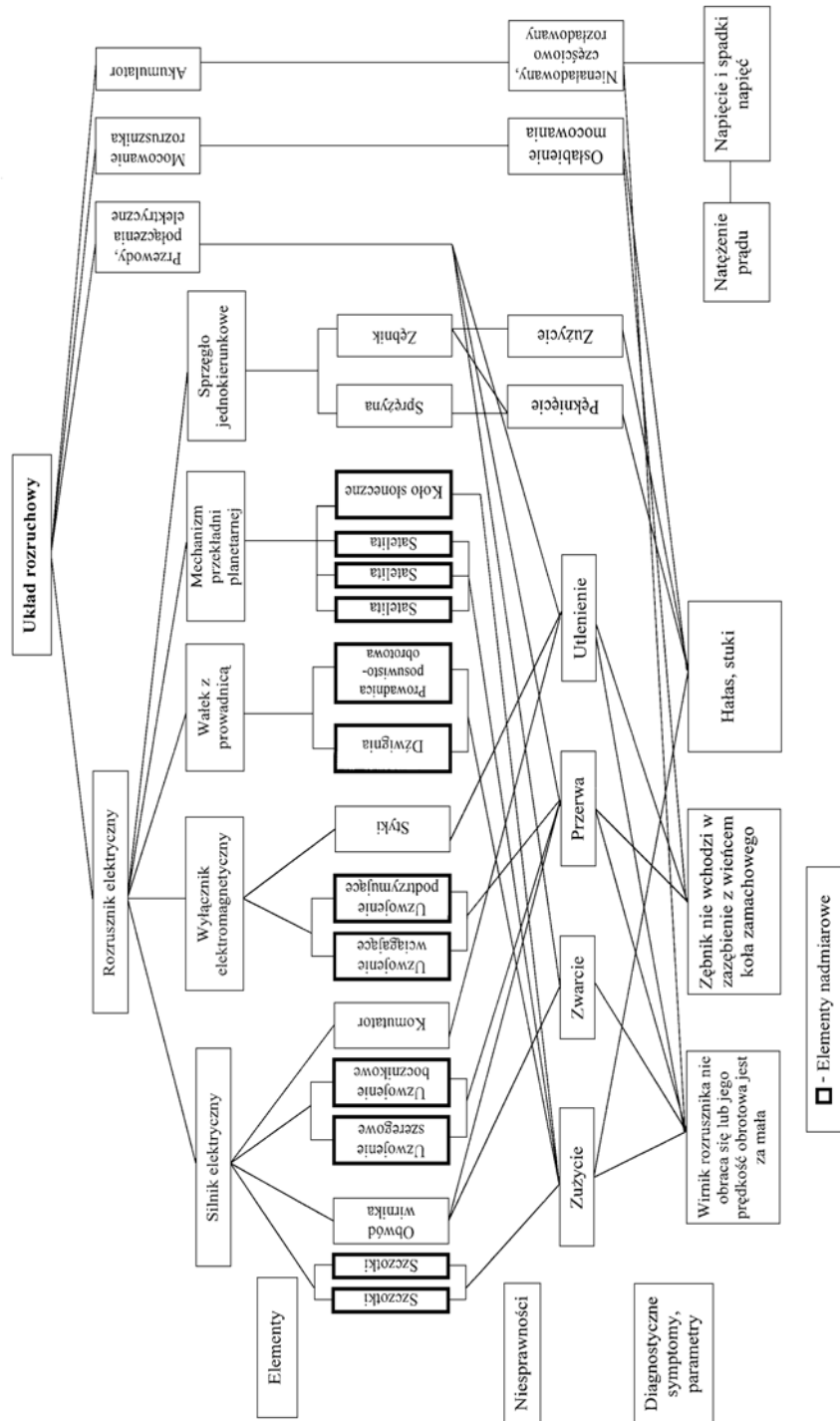
Badania stanu technicznego układu rozruchowego najczęściej obejmują: oględziny zewnętrzne, sprawdzenie poprawności działania rozrusznika i ciągłości obwodu rozruchowego, pomiar napięcia zasilającego rozrusznik i spadków napięcia. Diagnostykę obwodu rozruchu przeprowadza się w pojeździe przy rozgrzanym silniku przy uruchomionym rozruszniku. Dokładne sprawdzenie poprawności działania rozrusznika przeprowadza się na stanowisku laboratoryjnym po wymontowaniu go z pojazdu. Podstawowe niesprawności układu oraz charakteryzujące je diagnostyczne symptomy i parametry przedstawiono na rys. 1.

Badanie układu rozruchowego rozpoczyna się od sprawdzenia: kompletności układu i prawidłowości połączeń, możliwości uruchomienia silnika oraz natychmiastowego wyłączenia się rozrusznika po rozpoczęciu pracy przez silnik. Jeżeli podczas tej próby rozrusznik włącza się i wyłącza natychmiast bez zgrzytów oraz obraca wałem korbowym silnika z dostateczną prędkością obrotową, układ rozruchowy można ocenić jako sprawny. Kończącą próbą jest sprawdzenie temperatury łączy przewodu zasilającego rozrusznik oraz temperatury korpusu rozrusznika i szczotek. Elementy te mogą być ciepłe, jednak zbyt wysoka temperatura (przy dotyku gorące) świadczy o zbyt dużych oporach przepływu prądu. W przypadku wykrycia takiej niesprawności należy wykonać pomiary spadków napięć na poszczególnych połączeniach elektrycznych obwodu zasilania rozrusznika.

Wartości spadków napięcia na poszczególnych elementach obwodu rozruchowego obrazuje jakość pracy obwodu. Spadki napięcia mierzone są na:

- połączeniach elektrycznych przewodów z masą pojazdu,
- przewodach łączących poszczególne elementy obwodu,
- zaciskach styków prądowych rozrusznika,
- zaciskach biegunowych akumulatora,
- zaciskach wyłącznika akumulatora (jeżeli jest).

Podczas pomiarów wartość napięcia nie może być mniejsza niż 80% wartości napięcia znamionowego akumulatora. Mniejsze wartości świadczą o niesprawności akumulatora lub o nadmiernych spadkach napięć w przewodach i połączeniach. Jeżeli zmierzona wartość napięcia jest w granicach dopuszczalnych, a rozrusznik pracuje niewłaściwie, oznacza to, że jest on niesprawny [Hebda M., Niziński S., Pelc H. 1980].



Rys. 1. Strukturalny schemat diagnostyczno-niezawodnościowy układu rozruchowego elektrycznego [Piizga K. 2006]

Fig. 1. Structural scheme of diagnosis-reliability of bootable electric arrangement

Gdy mimo pozornej sprawności obwodu rozruchu i rozrusznika, rozrusznik nie może nadać silnikowi właściwej prędkości rozruchowej (co można stwierdzić słuchowo) sprawdza się stan szczotek, szczotkotrzymaczy, komutatora rozrusznika oraz możliwość wystąpienia zwarcia uzwojeń. Kontrolując stan szczotkotrzymaczy, należy zwrócić uwagę na jakość izolacji przewodów do nich dołączonych.

W przypadku zwarcia uzwojeń rozrusznika natężenie prądu przepływającego przez rozrusznik będzie miało wartość większą niż natężenie prądu pobieranego w okresie sprawności urządzenia. Jako prąd nominalny należy tu rozumieć wartość natężenia prądu, przy której rozrusznik rozwija moc maksymalną; wartość tę można określić na podstawie wykresów, charakterystyk rozrusznika. Przy uszkodzeniu komutatora lub szczotek natężenie prądu płynącego przez rozrusznik ma wartość mniejszą niż prądu pobieranego w okresie sprawności urządzenia.

Badania stanowiskowe rozruszników (po wymontowaniu go z pojazdu) obejmują cały zakres czynności do wykonania takich jak:

- *sprawdzenie łożysk (tulei ślizgowych), szczotek, szczotkotrzymaczy, komutatora* – elementy te w zasadniczy sposób wpływają na poprawność działania silnika elektrycznego rozrusznika. Kontrola szczotkotrzymaczy polega głównie na kontroli izolacji szczotkotrzymaczy szczotek dodatnich względem masy rozrusznika. Podobnie jak w wypadku kontroli wyłącznika elektromagnetycznego, przy okazji kontroli elektrycznej sprawdza się siłę nacisku sprężyny szczotkotrzymacza (za pomocą dynamometru) i porównuje wynik pomiaru z danymi technicznymi;

- *sprawdzenie wyłącznika elektromagnetycznego* – kontrola podstawowa polega na sprawdzeniu działania wyłącznika przez bezpośrednie zasilanie wyłącznika elektromagnetycznego napięciem akumulatora. Próba ta powinna być uzupełniona pomiarem rezystancji uzwojeń wyłącznika, którego wynik porównuje się z danymi w dokumentacji technicznej. Niezależnie od tego, za pomocą próbnika lub omomierza sprawdza się zaciski i styki na zwarcie do obudowy. W wypadku wyłącznika elektromagnetycznego sprawdza się: stan sprężyny powrotnej rdzenia elektromagnesu, rdzeń i możliwość jego swobodnego przesuwania się wewnątrz karkasu z cewkami oraz sprawdzenie styków prądowych wyłącznika – gdy jest to możliwe. Niestety, w większości rozruszników ta część wyłącznika jest nierozbieralna;

- *sprawdzenie zespołu sprzęgającego* – pod wpływem nacisku ręki zespół sprzęgający powinien swobodnie przesuwać się po wałku wirnika rozrusznika (po wielowypuszcie). Zębnik ze sprzęgłem – przy pokręcaniu go ręką – powinien swobodnie obracać się bez wirnika w jednym kierunku, natomiast podczas pokręcania go w przeciwną stronę – łącznie z wirnikiem. Jeżeli zespół sprzęgający jest ułożyskowany (tulejowany), to w przypadku zbyt dużego luzu promieniowego w tulei wymienia się łożysko (tuleję) na nowe;

- *sprawdzenie uzwojeń stojana na zwarcie do masy* – jest to kontrola stanu izolacji przewodów uzwojeń stojana względem masy;

- *sprawdzenie uzwojeń stojana na zwarcie wewnętrzne* – polega ono na pomiarze rezystancji i porównaniu wyniku pomiaru z danymi technicznymi. Ze względu na pewien rozrzut parametrów uzwojenia (wady technologii fabrycznej) przyjmuje się, że mniej więcej 5% różnicy między pomiarem a wskazaniem fabrycznym można uznać za wadę produkcyjną, ale jeszcze nie eliminującą uzwojeń, w razie większych rozbieżności uzwojenia należy wymienić na nowe;

- *sprawdzenie uzwojenia wirnika na zwarcie z masą* – jest to kontrola stanu izolacji przewodów uzwojenia wirnika względem jego masy. W wypadku wykrycia zwarcia wirnik wymienia się na nowy. Przy okazji kontroli wirnika sprawdzeniu podlegają: jakość przylutowania przewodów uzwojenia do wycinków komutatora, ułożenie czoł uzwojeń i ciągłość ich izolacji, stan klinów usytuowanych w żłobkach.

Innym rodzajem badań rozruszników są badania stanowiskowe z jednoczesnym przeprowadzeniem prób na biegu jałowym oraz pod obciążeniem. Przy próbie biegu jałowego dokonuje

się pomiaru prędkości obrotowej, poboru prądu i spadku napięcia na rozruszniku. Próbę przy obciążeniu przeprowadza się przy pełnym zahamowaniu wałka rozrusznika (stan zwarcia). W jej wyniku uzyskujemy wartości spadku napięcia, poboru prądu i momentu hamującego wałek.

Prowadzone próby pozwalają wykryć istnienie uszkodzeń uzwojeń wirnika lub wzbudzenia oraz wykonać ocenę stanu styków połączeń wewnętrznych. Na ich podstawie możemy wykonać charakterystykę badanego rozrusznika.

Właściwe funkcjonowanie rozrusznika zależy jednak przede wszystkim od pojemności i stanu naładowania akumulatora, stanu złącz elektrycznych, rezystancji przewodów itp., ponieważ niesprawność jednego z elementów układu pozbawia cały obwód cech użytkowych. Do jednoznacznej oceny stanu technicznego rozrusznika przy próbie stanowiskowej można wykorzystać:

- natężenie pobieranego prądu i prędkość obrotową podczas pracy rozrusznika na biegu jałowym (bez obciążenia); natężenie prądu nie powinno być większe, a prędkość obrotowa mniejsza od wartości dopuszczalnych tych parametrów dla danego typu rozrusznika; na podstawie wyników pomiarów można określić sprawność mechaniczną rozrusznika oraz wykryć zwarcia między uzwojeniami,
- natężenie prądu i moment obrotowy przy całkowicie zahamowanym wirniku rozrusznika; rozrusznik nie powinien pobierać więcej prądu, a jego moment obrotowy nie powinien być mniejszy niż ustalone wartości dopuszczalne tych parametrów,
- maksymalny moment obrotowy lub maksymalną moc przy zadanym napięciu.

Do celów diagnostycznych, podczas prób stanowiskowych przy biegu jałowym i pod obciążeniem rozrusznika, może być wykorzystana metoda charakterystyk, która polega na porównaniu uzyskanej podczas prób charakterystyki z charakterystyką wzorcową dla danego typu rozrusznika. Dysponując wzorcową charakterystyką rozrusznika, można dla określonych prędkości obrotowych porównać wartości pobieranego prądu po obciążeniu go odpowiednim momentem. Metoda ta nie daje jednak możliwości stwierdzenia rodzaju uszkodzenia.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Z powyższej analizy pracy rozrusznika i układu rozruchowego wynika, iż wykluczenie niesprawności jest dość żmudne i pracochłonne. Do tego celu należy dysponować także wiedzą podstawową z zakresu elektrotechniki i mechaniki. Diagnostowanie według przyjętego algorytmu jest realizowane poprzez wykluczanie poszczególnych możliwych niesprawności pojawiających się podczas eksploatacji urządzenia.

Złożona budowa rozrusznika sprzyja powstawaniu różnego typu uszkodzeń, zarówno w układzie mechanicznym, jak i elektrycznym, jednakże współpraca obu tych układów jest nieodzowna dla prawidłowej jego pracy. Przekazywanie prądów o dużym natężeniu na wirujący wirnik powoduje powstawanie dużych spadków napięć i w efekcie osłabienie oddziaływania wzajemnego pól magnetycznych wirnika i stojana oraz wypalanie wycinków komutatora, co pociąga za sobą dalszy spadek efektywności przekazywania napięcia na wirnik rozrusznika. Współpraca wymienionych układów w tym punkcie powoduje powstawanie intensywnych zużyć, zwłaszcza przy nakładających się niesprawnościach silnika spalinowego. Szczególnie silnie na zużycie narażone są w tym przypadku szczotki i ich zużycie jest najczęstszą przyczyną obniżenia sprawności rozrusznika. Niejednokrotnie przy pojawiających się dodatkowych niesprawnościach sprawność rozrusznika ulega znacznemu obniżeniu, a w krytycznym przypadku prowadzi do utraty zdolności przez cały pojazd.

Reasumując, w celu przeciwdziałania zbyt długim okresom naprawczym i nieprzewidzianym wyeliminowaniom pojazdów z eksploatacji należy mieć na uwadze charakter pracy układu roz-

ruchowego i podczas przeglądów okresowych dokonywać weryfikacji stanu tego układu, a także przestrzegać standardów prawidłowej jego eksploatacji i diagnozowania.

BIBLIOGRAFIA

- Cisło Z., Osterloff L. 1978: Vademecum elektrotechnika samochodowego. WKŁ, Warszawa.
- Dziubiński M., Krasowski E., Plizga K. 2004: Analiza nadmiarowości w rozrusznikach samochodowych. XXXII Zimowa Szkoła Niezawodności „Nadmiarowość w Inżynierii Niezawodności”. Sekcja Podstaw Eksploatacji Komitetu Budowy Maszyn Polskiej Akademii Nauk, Szczyrk, s. 81-88.
- Dziubiński M., Krasowski E., Plizga K. 2005: Metody rozpoznawania uszkodzeń rozruszników samochodowych. XXXIII Zimowa Szkoła Niezawodności „Metody badań przyczyn i skutków uszkodzeń”. Sekcja Podstaw Eksploatacji Komitetu Budowy Maszyn Polskiej Akademii Nauk, Szczyrk, s. 106-117.
- Girtler J. 1994: Wiarygodność diagnozy jako prawdopodobieństwo podjęcia prawidłowej decyzji diagnostycznej. IX Konferencja Naukowo-Techniczna „Diagnostyka maszyn roboczych i pojazdów”. Bydgoszcz, s. 83-87.
- Grzegórski J., Knopik L., Landowski B. 1994: Powtarzalność uszkodzeń elementów obiektów technicznych. IX Konferencja Naukowo-Techniczna „Diagnostyka maszyn roboczych i pojazdów”. Bydgoszcz, s. 95-100.
- Hebda M., Niziński S., Pelc H. 1980: Podstawy diagnostyki pojazdów mechanicznych. WKŁ, Warszawa.
- Janecki J., Gołąbek S. 1981: Zużycie części i zespołów pojazdów samochodowych. WKŁ, Warszawa.
- Judge A. 1982: Obsługa wyposażenia elektrycznego pojazdów. WKŁ, Warszawa.
- Kowalski B. 1981: Badania i diagnostyka samochodowych urządzeń elektrycznych. WKŁ, Warszawa.
- Koziej E. 1984: Maszyny elektryczne pojazdów samochodowych. WNT, Warszawa.
- Krasowski E., Sławiński Z. 1990: Badania silników zespołów i elementów. Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej, Lublin.
- Niziński S., Michalski R. 2002: Diagnostyka obiektów technicznych. Wydawnictwo i Zakład Poligrafii Instytutu Technologii Eksploatacji Radom. Warszawa.
- Niziński S., Żółtowski B. 2002: Zarządzanie eksploatacją obiektów technicznych za pomocą rachunku kosztów. Wydawnictwo MARKAR, Olsztyn-Bydgoszcz.
- Niziński S. 1999: Diagnostyka samochodów osobowych i ciężarowych. Dom Wydawniczy Bellona, Warszawa.
- Niziński S. 2000: Elementy eksploatacji obiektów technicznych. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Olsztyn.
- Niziński S. 2002: Eksploatacja obiektów technicznych. Wydawnictwo i Zakład Poligrafii Instytutu Technologii Eksploatacji Radom. Warszawa.
- Plizga K. 2006: Diagnostyka funkcjonalna obwodu rozruchu pojazdów rolniczych. Rozprawa doktorska.
- Smalko Z. 1998: Podstawy eksploatacji pojazdów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Żółtowski B. 1996: Podstawy diagnostyki maszyn. Wydawnictwa Uczelniane ATR. Bydgoszcz.

METHODS OF AN ASSESSMENT OF CAR STARTERS

Summary. The starting-up circuit of a car should fulfil the requirements of an efficient starting of a combustion engine. To match these requirements, special attention is given to electric starters, for which specific construction principles have been worked out as well as separate regulations concerning their verification and assessment.

Key words: electric equipment of cars, starter, exploitation damage.