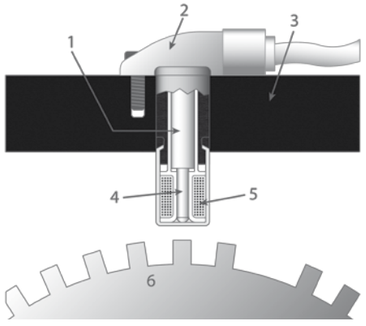
Uszkodzenie czujnika indukcyjnego

Dawid Pauszek
Manager Technical Support Aftermarket Eastern Europe
NGK Spark Plug Europe

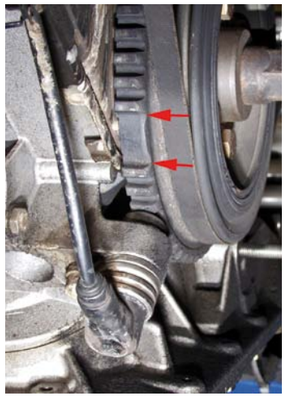
Czujnik położenia wału korbowego stosowany jest powszechnie od lat, a bez niego działanie współczesnego silnika nie byłoby w ogóle możliwe. Sygnały, jakie przekazuje, pozwalają komputerowi określić prędkość obrotową wału i wykorzystywać te dane do optymalizacji pracy silnika

Zadanie

Czujnik indukcyjny położenia stosowany w silnikach benzynowych i wysokoprężnych do pomiaru obrotów silnika oraz pozycji wału korbowego lub wałka rozrządu jest czujnikiem bez zasilania. Składa się on z magnesu trwałego otoczonego cewką (*rys. 1*). Ruch koła enkodera zniekształca pole magnetyczne i wytwarza napięcie prądu przemiennego. Liczbę zębów czujnika wału korbowego można podzielić przez sześć; często jest ich 60, z czego dwa zęby są pominięte (*fot. 2 i 3*). Wgłębienie informuje moduł sterujący o dokładnym położeniu wału korbowego. Odległość pomiędzy wgłębieniami odpowiada jednemu obrotowi wału. Bez sygnału z czujnika wału korbowego większość silników samochodów osobowych nie uruchamia się.



Rys. 1: Schemat czujnika indukcyjnego: 1. magnes trwały, 2. obudowa 3. blok silnika, 4. rdzeń z miękkiego żelaza, 5. cewka czujnika, 6. koło enkodera ze znakiem odniesienia



Fot. 2. Koło enkodera na kole pasowym silnika BMW (M40)

Fot. 3. Koło enkodera na kole zamachowym silnika Peugeot (DW10)

Fot. Guenther

Funkcja

Moduł sterujący ocenia tylko ujemną część napięcia AC. Punkt aktywacji wynosi -0,3 V na opadającej krawędzi, tzn. gdy napięcie sygnału zmienia się z zakresu dodatniego na ujemny (*rys. 4 i 5*). Na podstawie odstępu czasu pomiędzy punktami aktywacji moduł sterujący rozpoznaje wgłębienia i w ten sposób określa obroty silnika oraz pozycję wału korbowego. Ocena sygnału z czujnika wałka rozrządu umożliwia modułowi sterującemu ustalenie, czy dany cylinder jest w suwie sprężania, czy też w suwie wydechu.

Diagnostyka

Większość silników nie uruchamia się po awarii czujnika wału korbowego lub wałka rozrządu. Jeśli czujnik wału korbowego ulegnie awarii podczas jazdy, silnik zatrzyma się. Jeśli czujnik wałka rozrządu ulegnie awarii, silnik będzie nadal pracował, ale po wyłączeniu nie będzie można go uruchomić ponownie. Niektóre silniki, jak np. silniki Grupy VAG z zespołem dyszy-pompy, uruchamiają się z uszkodzonym czujnikiem wałka rozrządu. Moduł sterujący wprowadza TDC (górne martwe położenie) pierwszego cylindra na zasadzie próbnej i czeka na reakcję silnika. Gdy silnik się uruchomi, wykorzystuje czujnik wału korbowego do określenia pozycji pozostałych cylindrów. Jeśli silnik nie uruchomi się, spróbuje ponownie po jednym obrocie.

W przypadku wielu silników, jeśli czujnik wału korbowego ulegnie awarii, błąd nie jest zapisywany w pamięci usterek, ponieważ moduł sterujący zakłada, że silnik nie pracuje. Przy podejrzeniu awarii czujnika wału korbowego należy za pomocą testera wyświetlić na liście danych obroty silnika i obroty wałka rozrządu. Podczas rozruchu obroty silnika powinny być wyświetlane jako obroty rozrusznika w zakresie od 200 do 300 obr./min, a obroty z czujnika wałka rozrządu – o połowę mniejsze od wartości wału korbowego. Jeśli podczas uruchamiania wskazywane są obroty $0^{1/min}$, można mieć pewność, że czujnik jest uszkodzony. W celu zdiagnozowania błędu, należy wykonać następujące pomiary:

- Zmierzyć rezystancję cewki przy odłączonej wtyczce czujnika (wartość orientacyjna: 500–1500 Ω*) i sprawdzić, czy cewka nie jest zwarta do masy. Jeśli rezystancja nie odpowiada wartościom określonym przez producenta, należy wymienić czujnik. Niektórzy wytwórcy wymagają procesu przyuczania przy użyciu testera po wymianie czujnika.
- Za pomocą szczelinomierza lub miernika głębokości sprawdzić odległość między czujnikiem a kołem enkodera (wartość orientacyjna 0,8–1,2 mm*). Jeśli odległość jest zbyt duża, napięcie sygnału będzie za niskie podczas rozruchu i silnik uruchomi się tylko przy dużych obrotach rozrusznika. Za mała odległość może uszkodzić czujnik zębami enkodera. W niektórych silnikach BMW (M41 i M51) odległość między czujnikiem a kołem przetwornika można regulować.
- Należy użyć woltomierza w zakresie AC do pomiaru napięcia sygnału czujnika na odpowiednich stykach modułu sterującego. Podczas uruchamiania woltomierz powinien wskazywać napięcie 1 V. Jeśli napięcie sygnału jest za niskie, odległość od koła enkodera jest zbyt duża lub magnes trwały w czujniku słabnie.

Bardziej miarodajny jest pomiar za pomocą oscyloskopu. Na podstawie kształtu sygnału można nie tylko ocenić poziom napięcia, ale również wykryć uszkodzenie koła enkodera lub odwrotną biegunowość przewodów. Koła enkodera mogą zostać uszkodzone podczas montażu koła zębatego lub wymiany paska zębatego.

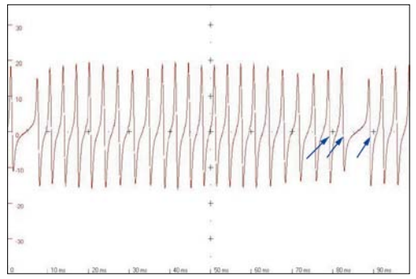
Przy braku napięcia na module sterującym należy sprawdzić prowadzące do niego przewody pod kątem ciągłości oraz upewnić się, czy nie ma między nimi zwarcia lub zwarcia doziemnego. W razie konieczności naprawy przewodów między czujnikiem a modułem sterującym trzeba uważać, by nie zamienić tych dwóch przewodów. Po zamianie czujnik nadal będzie wysyłać sygnał, jednak jest on odwrócony (*rys. 6*). Silnik nie uruchomi się, ponieważ moduł sterujący nie rozpoznaje prawidłowo położenia wału korbowego z powodu przesuniętych przekroczeń zera i często generuje błąd synchronizacji wału korbowego/wałka rozrządu.

Taki sam błąd jest sygnalizowany w przypadku dość powszechnego ostatnio uszkodzenia – rozciągnięcia łańcucha rozrządu. Nadmierne rozciągnięcie łańcucha zdarza się przy zaniedbaniu konserwacji lub problemów z jakością materiałów. Zbyt rzadkie wymiany oleju lub jego nieprawidłowy rodzaj również mogą spowodować, że synchronizacja wału korbowego z wałkiem rozrządu nie będzie możliwa.

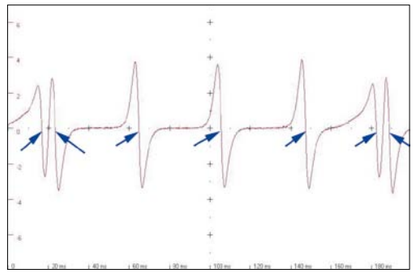
Błąd ten często występuje także w przypadku, gdy łańcuch rozrządu grzechocze. Usterkę można potwierdzić za pomocą dwukanałowego oscyloskopu przez wychwycenie sygnału z czujnika wału korbowego i czujnika wałka rozrządu (*rys. 7*). W trybie jałowym sygnały obu czujników są stale przesuwane względem siebie przez uderzający łańcuch rozrządu. Jest to ostatnie ostrzeżenie przed zniszczeniem silnika. ■

Fot. Guenther

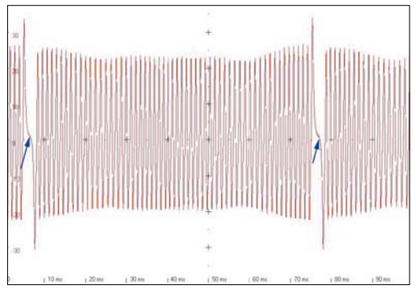
* Przed podjęciem decyzji o naprawie należy sprawdzić wartości docelowe producenta pojazdu.



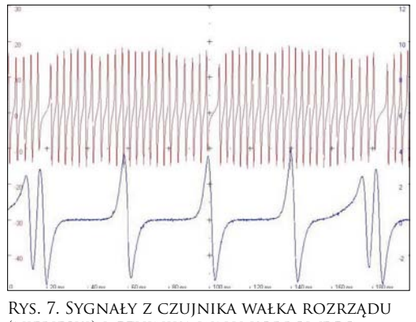
Rys. 4. Sygnał z czujnika indukcyjnego wału korbowego (Nissan 2.2 diesel). Niebieskie strzałki wskazują punkty aktywacji przy przecięciu zera przez napięcie sygnału



Rys. 5. Sygnał z czujnika indukcyjnego wałka rozrządu (Nissan 2.2 Diesel) Niebieskie strzałki wskazują punkty aktywacji przy przejściu zera przez napięcie sygnału



Rys. 6. Sygnał z czujnika wału korbowego o odwróconej biegunowości. Nieprawidłowe połączenie jest sygnalizowane przez wznoszącą się linię w szczelinie odniesienia. Jeśli połączenie jest prawidłowe, widoczna byłaby tu linia opadająca (*patrz rys. 4*)



Rys. 7. Sygnały z czujnika wałka rozrządu (niebieski) i czujnika wału korbowego (czerwony). Regulator wałka rozrządu można również sprawdzić w trybie 2-kanałowym