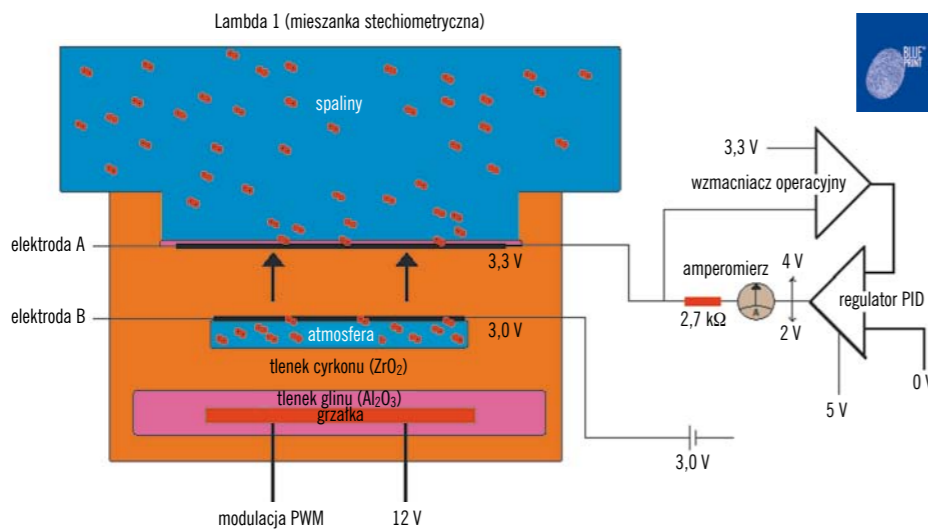


Diagnostyka sond lambda

CAŁKOWITE ZUŻYCIE SONDY LAMBDA CECHUJE WIELE SYMPTOMÓW WSKAZUJĄCYCH NA KONIECZNOŚĆ JEJ WYMIANY. JEŻELI JEDNAK ULEGA ONA STOPNIOWEMU ZUŻYCIU, DIAGNOSTYKA JEST TRUDNIEJSZA. KODY USTEREK MOGĄ BYĆ NIEJEDNOZNACZNE W INTERPRETACJI I CZĘSTO WYMIENIA SIĘ SONDĘ BEZ POTRZEBY NA PODSTAWIE NIEZBYT PROFESJONALNEJ METODY PRÓB I BŁĘDÓW



RYS. 1. SCHEMAT UKŁADU STEROWANIA SONDY AFR

Zagadnienie przedstawimy na przykładzie wymiany sondy sterującej lambda w Toyocie RAV 4 z 2009 roku. Powodem podjęcia decyzji o wymianie była nierównomierna praca silnika oraz kod usterki P0171. Test multimetrem wykazywał różne odczyty wartości napięcia, które zmierzone na wszystkich przewodach sondy wynosiły 0,3 V. Wartość ta nie ulegała zmianie bez względu na to, czy silnik pracował, czy też nie. Nowa sonda dawała takie same odczyty i ostatecznie mechanik zwrócił się o pomoc do specjalistów Blue Print.

Problem polega na tym, że sonda ta posiada cztery przewody – podobnie jak wąskopasmowe sondy lambda. Jednak w rzeczywistości jest stosowaną od wielu lat szerokopasmową sondą lambda, zwaną również sondą mierzącą proporcję

powietrza do paliwa (AFR). Rozwiązanie jest niezawodne, jednak jego diagnostyka różni się znacząco.

Zasada działania

Sonda tego typu wskazuje stałe napięcie 0,3 V, zamiast przesyłać do modułu sterującego sygnały napięciowe z przedziału 0,2 V ÷ 0,8 V. Zmiana wartości sygnału napięciowego równałaby się zmianie dawki paliwa w celu utrzymania stechiometrycznego składu mieszanki, $\lambda = 1$.

Pod względem zastosowanego materiału sonda AFR jest podobna do konwencjonalnej wąskopasmowej sondy cyrkonowej, ma jednak budowę planarną. Podstawową różnicę stanowi zasada działania. Sondy wąskopasmowe określone są mianem pasywnych, ponieważ same wytwarzają napięcie w oparciu

o różnicę poziomu O_2 na platynowych elektrodach, wystawionych na działanie tlenu zawartego w powietrzu oraz w spalinach. Sondy mierzące proporcje powietrza do paliwa (AFR) są sterowane przez moduł sterujący pracą silnika. Na rysunku 1 przedstawiono w uproszczony sposób schemat układu sterowania.

W modelach Toyoty podczas pracy silnika przy składzie mieszanki $\lambda = 1$, sonda wytwarza stałą wartość napięcia 0,3 V. Wystawiona na działanie powietrza atmosferycznego elektroda B (komora powietrza referencyjnego – z reguły ujemna) jest zasilana przez moduł sterujący pracą silnika napięciem 3 V. W konsekwencji na elektrodzie A napięcie wynosi 3,3 V (3 V + 0,3 V). Zadaniem regulatora PID (regulator proporcjonalno-całkująco-różniczkujący) w module sterującym pracą silnika jest utrzymanie różnicy w wysokości 0,3 V bez względu na poziom zawartości tlenu w spalinach.

Przy $\lambda = 1$ napięcie na elektrodzie A wynosi 3,3 V i jest połączone z wzmacniaczem operacyjnym (Ω ; A), w którym drugie wejście jest ustawione na 3,3 V. Wzmacniacz operacyjny przesyła różnicę napięcia pomiędzy dwoma wejściami 3,3 V. W ten sposób, przy $\lambda = 1$, napięcie wyjściowe wzmacniacza operacyjnego wynosi 0 V i w rezultacie przez rezystor nie płynie prąd, a regulator PID podaje 3,3 V w celu zrównoważenia napięcia na elektrodzie A. Gdy silnik pracuje na ubogiej mieszance, napięcie na elektrodzie A spada. Wtedy wzmacniacz operacyjny generuje dodatnie napięcie, a regulator PID reaguje, zwiększając napięcie zasilające elektrodę A, która z powrotem uzyskuje napięcie 3,3 V, co wywołuje przepływ prądu przez rezystor.

Im bardziej uboga mieszanka, tym wyższe napięcie wyjściowe regulatora PID, a tym samym – zwiększony przepływ prądu przez rezystor. Jeżeli silnik pracuje na mieszance bogatej, zachodzi sytuacja odwrotna. Napięcie na elektrodzie A wzrasta, a wzmacniacz operacyjny podaje napięcie ujemne. Z kolei regulator

PID zmniejsza swoje napięcie wyjściowe, powodując tym samym utrzymanie stałej wartości napięcia 3,3 V na elektrodzie A. Napięcie wyjściowe regulatora PID wskazuje, czy silnik pracuje na mieszance ubogiej czy bogatej. W odróżnieniu od konwencjonalnych sond O_2 , w przypadku sond mierzących proporcje powietrza do paliwa (AFR) sygnał napięcia pokazywany na testerze diagnostycznym wzrasta, a nie spada, gdy mieszanka paliwowa jest uboga. Wynika to z faktu, że sygnał napięcia płynie od modułu zasilania PCM, a nie od samej sondy. W przeciwieństwie do konwencjonalnej sondy O_2 nie można użyć oscyloskopu do sprawdzenia reakcji sondy na zmiany proporcji powietrza do paliwa.

Zastosowanie

Sondy AFR wskazują, jak bogata lub uboga jest mieszanka paliwowo-powietrzna, a odpowiednia korekta może być przeprowadzona bardzo szybko. Sondy wąskopasmowe pokazują jedynie, czy mieszanka jest bogata lub uboga, przez co wymagana korekta składu trwa długo i powoduje wzrost emisji oraz nierównomierną pracę silnika.

W przeciwieństwie do sond typu AFR, sondy wąskopasmowe nie nadają się do silników wysokoprężnych oraz benzynowych z wtryskiem bezpośrednim.

Problemy w pracy sond typu AFR

- ▶ Sondy typu AFR generują podobne problemy, jak wąskopasmowe sondy O_2 .
- ▶ Uszkodzona sonda może nie wskazywać rzeczywistej wartości λ , dlatego należy użyć analizatora spalin do porównania z danymi odczytanymi z testera diagnostycznego.
- ▶ Zanieczyszczone sondy często pracują z opóźnieniem lub w ogóle nie reagują. Źródłem zanieczyszczeń może być płyn chłodzący pochodzący z wewnętrznych wycieków silnika, fosfor powstający w wyniku nadmiernego zużycia oleju silnikowego, krzemionka z uszczelnaczy silikonowych stosowanych w kolektorze wylotowym lub dolotowym, olej lub paliwo spływające w wyniku efektu kapilarnego do komory z powietrzem referencyjnym.

- ▶ Podstawowe znaczenie ma obwód sterujący grzałką – sondy te pracują w temperaturze znacznie wyższej od konwencjonalnych czujników. Dlatego należy sprawdzić rezystancję grzałki oraz sygnał modulacji szerokości impulsów PWM na grzałce.
- ▶ Uszkodzony obwód grzałki może powodować kod usterki P0031/2.

Sprawdzanie sondy

Nissan, Toyota, Mazda oraz kilku innych azjatyckich producentów stosuje w module sterującym pracą silnika oprogramowanie pozwalające mechanikowi zmienić ilość wtryskiwanego paliwa oraz ustawić mieszankę bogatą lub ubogą. W trakcie testu skład normalnej mieszanki jest deaktywowany, a po zakończeniu diagnostyki wraca do standardowych nastawów.

Tester diagnostyczny używany do weryfikacji uruchamiania sondy pozwala również przeprowadzić test układu wtrysku paliwa i pokazuje związane z tym zmiany napięcia dostarczanego do sondy.

Jeżeli tester nie ma tej funkcji, sondę można sprawdzić w sposób następujący (podczas testu temperatura czynnika chłodzącego powinna być wyższa od 80°C):

- ▶ Utrzymać prędkość obrotową silnika na poziomie około 2500 obr./min. Sonda przy wartości $\lambda = 1$ powinna odczytać około 3,3 V / 0 mA.
- ▶ Zwiększyć prędkość obrotową silnika do 4500 obr./min i szybko zamknąć przepustnicę, pozwalając silnikowi powrócić do prędkości obrotowej biegu jałowego – powinno to zubożyć mieszankę, ponieważ dopływ paliwa zostaje odcięty. Napięcie powinno chwilowo wzrosnąć do 3,8 V–4,0 V; co oznacza, że sonda rozpoznała mieszankę jako ubogą.

Inne przyczyny

Bardzo często prawdopodobną przyczyną problemów nie jest niesprawna sonda lambda, ale inne elementy oraz parametry pracy silnika, które również należy zweryfikować:

- ▶ Sprawdzić korektę paliwa w długim okresie – wartości 8 ÷ 10% lub wyższe wymagają ustalenia przyczyny.
- ▶ Wysokie wartości korekty w długim okresie oznaczają dodawanie pali-

Item	Value	Unit	Min	Max
EGR Targeted Open/Close Angle	0.0	%	0.0	0.0
Target Air Fuel Ratio	0.992		0.992	0.992
Actual A/F Ratio λ (B151)	0.993		0.984	1.000
A/F Sensor Voltage (B151)	3.288	V	3.234	3.327

RYS. 2. PRZY LAMBDA = 1, NAPIĘCIE SONDY JEST BLISKIE 3,3 V, A PRĄD NIE PŁYNIJE.

Item	Value	Unit	Min	Max
EGR Targeted Open/Close Angle	0.0	%	0.0	0.0
Target Air Fuel Ratio	0.999		0.706	0.999
Actual A/F Ratio λ (B151)	0.844		0.821	1.232
A/F Sensor Voltage (B151)	2.122	V	1.780	4.997

RYS. 3. PRZY ZWIĘKSZENIU DAWKI PALIWA MODUŁ STERUJĄCY PRACĄ SILNIKA REAGUJE. ZMNIĘSZAJĄC NAPIĘCIE PODAWANE DO SONDY I PRZEPŁYW PRĄDU ZANIKA

Item	Value	Unit	Min	Max
EGR Targeted Open/Close Angle	0.0	%	0.0	0.0
Target Air Fuel Ratio	0.999		0.992	0.999
Actual A/F Ratio λ (B151)	1.142		0.821	1.150
A/F Sensor Voltage (B151)	3.830	V	1.849	3.659

RYS. 4. PRZY ZMNIĘSZENIU DAWKI PALIWA MODUŁ STERUJĄCY PRACĄ SILNIKA REAGUJE. ZWIĘKSZAJĄC NAPIĘCIE PODAWANE DO SONDY

wa w celu skompensowania ubogiej mieszanki. W takim przypadku należy sprawdzić układ dolotowy pod kątem nieszczelności. Przy niskich prędkościach obrotowych silnika niewielka nieszczelność będzie bardziej zubażała mieszankę niż przy prędkościach wyższych, ponieważ wtedy fałszywe powietrze staje się niewielką częścią całego pobieranego powietrza.

- ▶ Sprawdzić korektę paliwa w krótkim okresie, która wraz ze wzrostem obrotów silnika powinna mieć wartość różną od korekty w długim okresie.
- ▶ Sprawdzić szczelność układu wydechowego.
- ▶ Sprawdzić poprawność działania czujnika temperatury cieczy chłodzącej oraz czujnika temperatury powietrza.
- ▶ Sprawdzić, czy przepływomierz powietrza działa poprawnie.
- ▶ Sprawdzić, czy ciśnienie paliwa ma odpowiednią wartość.