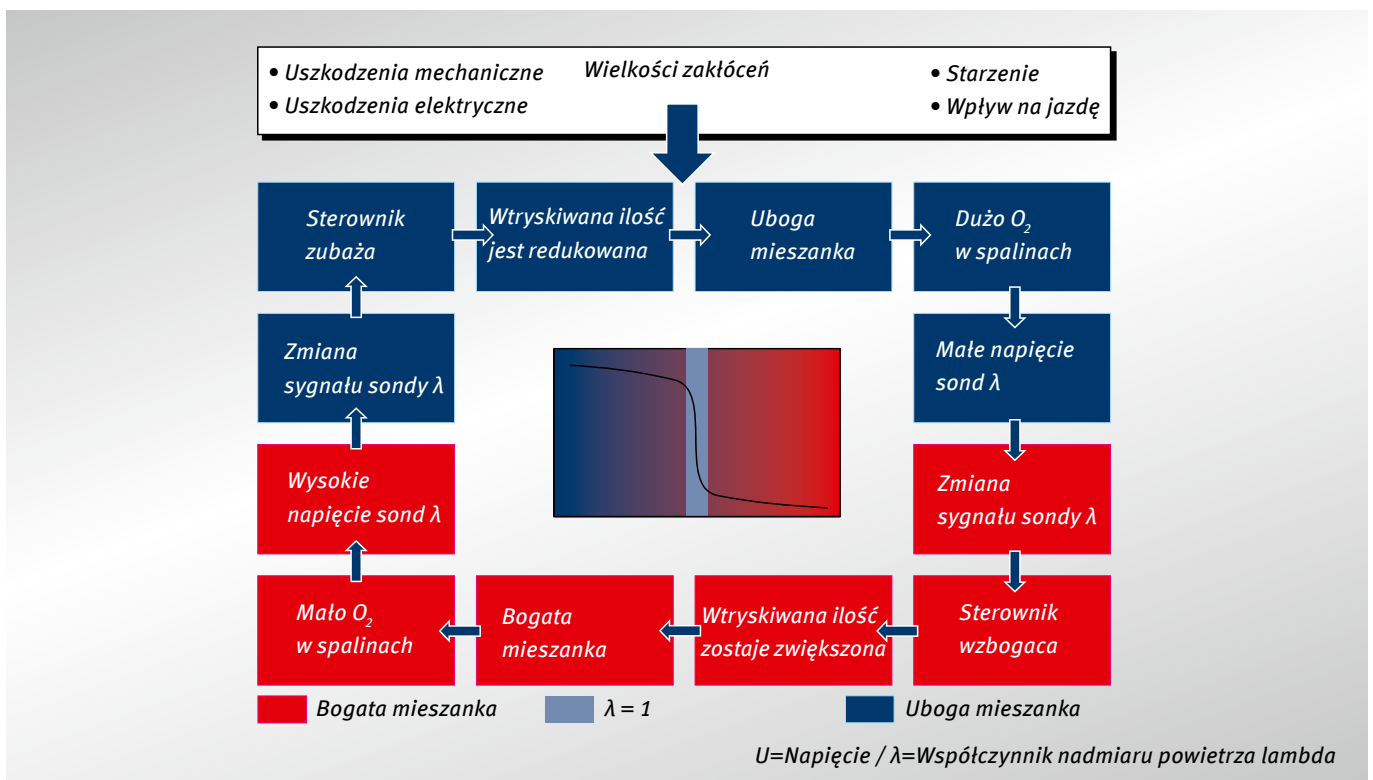


5.2

Sondy lambda

Sondy lambda mierzą udział tlenu w mieszance spalinowej. Są one częścią składową obwodu regulacyjnego, który zapewnia w sposób ciągły właściwy skład mieszanki paliwowo-powietrznej. Proporcja mieszanki powietrza do paliwa, przy której osiągnięte jest maksymalne przetwa-

żanie substancji szkodliwych, osiągnięta jest przy $\lambda = 1$ (stechiometryczna proporcja mieszanki = 14,7 kg powietrza do 1 kg paliwa, wyrażona objętościowo: 1 l paliwa na ok. 9500 l powietrza). Zmiany w składzie spalin są uwzględniane przy sterowaniu licznych funkcji przez system regulacji silnika i służą często jako pierwsza wskazówka możliwych błędów.

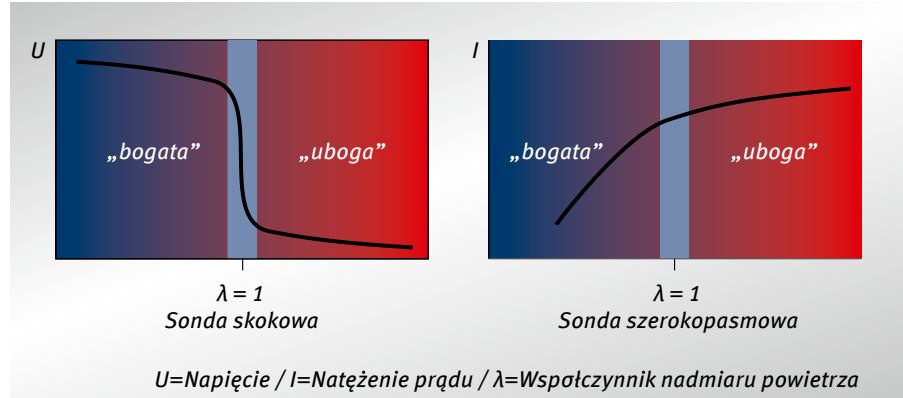


Rys. 46 Obwód regulacyjny z sondą lambda skokową

Sterownik silnika wykorzystuje ten sygnał do sterowania czasami wtrysków. Do regulacji konieczna jest tylko sonda przed katalizatorem („sonda przed katalizatorem” lub „sonda regulacyjna”). W ramach OBDII z systemem zintegrowana została dodatkowa sonda lambda, umieszczona za katalizatorem („sonda za katalizatorem”, „sonda korekcyjna” lub „sonda monitorująca”). Służy ona do kontrolowania katalizatora i może być konstrukcyjnie identyczna z

sondą przed katalizatorem. Omyłkowe podłączenie uniemożliwiają stosowane najczęściej różne rodzaje połączeń wtykowych i różne kolory. Sondy lambda pracują w temperaturze od 350° C. Punkt znamionowy pracy leży przy temperaturze około 600° C. Temperatura 850° C nie powinna być przekraczana, ponieważ od 930° C dochodzi do uszkodzeń.

Rozróżnia się sondy skokowe i szerokopasmowe.



Rys. 47 Zachowanie regulacyjne sondy skokowej i szerokopasmowej

Sondy skokowe

Sygnat wyjściowy sondy lambda („napięcie sondy”) jest zależne od proporcji paliwa i powietrza.

Przy sondzie skokowej zmienia się napięcie o $\lambda = 1$ w sposób skokowy. Dlatego sygnał wykorzystywany może być tylko w zakresie $\lambda = 1 \pm 0,03$. Przy silnikach w ubogim obszarze $\lambda > 1,03$ przetwarzanie sygnału nie jest możliwe. Dlatego z sondą tą możliwa jest tylko regulacja dwupunktowa. Sondy przed i za katalizatorem są konstrukcyjnie identyczne.

- Bogata mieszanka ($\lambda < 1$) wytwarza napięcie sondy rzędu ok. 800 mV. W celu regulacji czasy wtrysków zostają skrócone.

- Uboga mieszanka ($\lambda > 1$) daje napięcie sondy rzędu ok. 20 mV. W celu regulacji czasy wtrysków zostają wydłużone. Istnieją różne wykonania sond skokowych.
- Sonda tytanowa (sonda w dwutlenku tytanu) reaguje przy zmianach składu mieszanki zmianą oporności elektrycznej. Pracuje ona z większym napięciem sondy, do 5 volt. Przy pomocy tej sondy można rozpoznać krytyczne temperatury spalin.
- Bezpotencjałowa sonda lambda dysponuje oddzielnym kablem masowym ze sterownika. Napięcie zakresu pomiarowego jest podnoszone o 700 mV. Daje to napięcie regulujące między 700-1700 mV

(mierzone do masy pojazdu). Ta zmiana techniczna była konieczna ze względów autodiagnostyki i EOBD.



Ważna wskazówka:

Cechą pozwalającą rozpoznać bezpotencjałową sondę lambda jest 4-pinowy przewód sondy.

Ale: nie wszystkie 4-pinowe sondy lambda są bezpotencjałowe!

Sondy szerokopasmowe

Sonda szerokopasmowa mierzy w przeciwieństwie do sondy skokowej w sposób ciągły szeroki zakres lambda od mieszanki ubogiej do bogatej. Nie następuje skokowa zmiana przy $\lambda = 1$. Dzięki temu możliwa jest regulacja zarówno przy „bogactwach”, jak i przy „ubogich” mieszankach paliwowo-powietrznych w zakresie ok. lambda = 0,7 – 3,0. Można ją tym samym stosować również przy bezpośrednim

wtrysku i przy przyszłych ”koncepcjach ubogiej mieszanki”. Procedura ta realizowana jest poprzez komórkę pompy (miniaturową pompę), która zaopatruje elektrodę po stronie spalin w tyle tlenu, aby utrzymane było stałe napięcie 450 mV między obydwoma elektrodami. Pobór prądu pompy jest przeliczany przez sterownik na wartość lambda.



Ważna wskazówka:

Zwykłe sondy lambda są wykonane jako „sondy palcowe”.

Nowsze sondy skokowe i szerokopasmowe są coraz częściej wykonywane w formie planarnej („sondy planarne”).

Sondy planarne to zaawansowane, podgrzewane sondy lambda. Dzięki podgrzewaniu sondy te są gotowe do pracy tuż po rozruchu na zimno. Tym samym wcześniej rozpoczyna się regulacja mieszanki.

5.2.1

Kontrola

Warunki monitorowania sond lambda

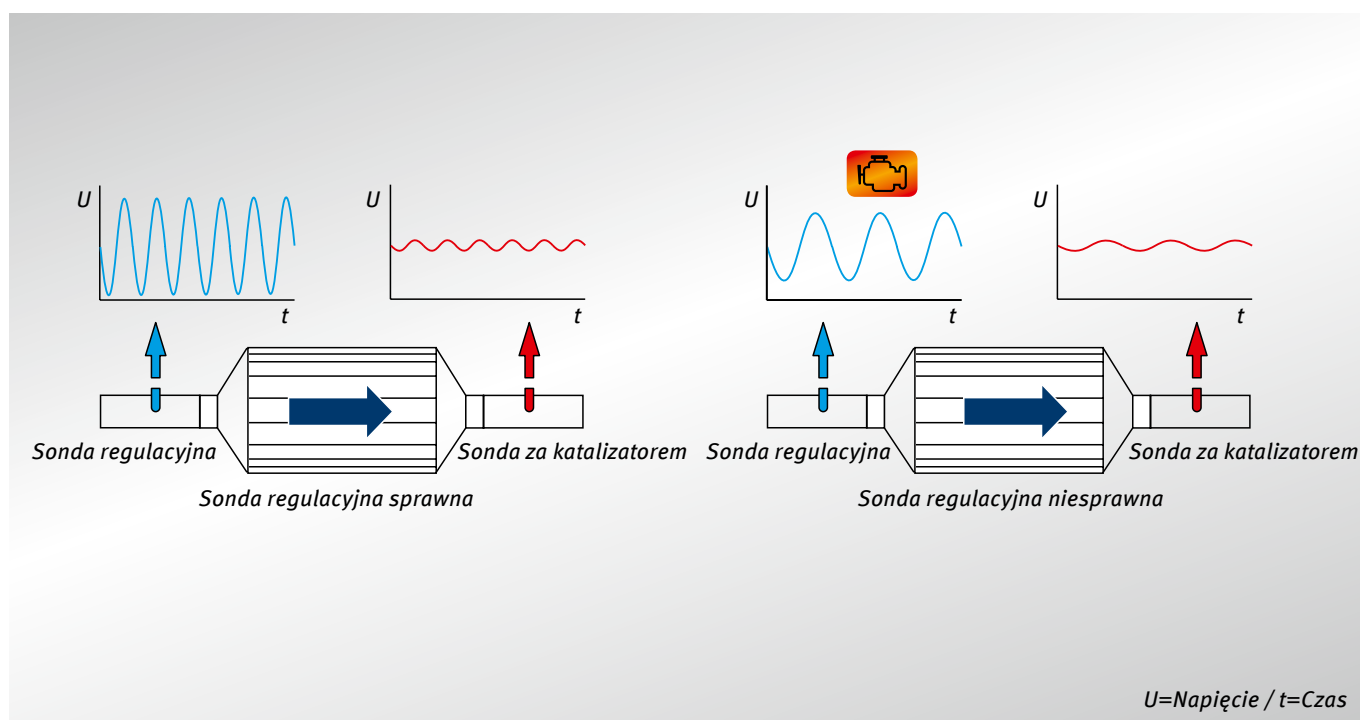
- Regulacja lambda pracuje w zakresie regulacyjnym.
- Pojazd znajduje się w trybie jazdy z prędkością rzędu 5 – 80 km/h.
- Silnik osiągnął temperaturę roboczą.

- Katalizator ma temperaturę 350 – 650° C.
- Prędkość obrotowa i położenie pedału gazu są w dużym stopniu stałe.
- Monitorowanie odbywa się przy każdej stałej pracy trwającej dłużej niż 20 sekund.

Sonda regulacyjna (sonda skokowa)

Poprzez starzenie się lub zatrucie zachowanie regulacyjne sondy lambda może ulec zakłóceniu. Pogorszenie może się wyrażać w przedłużeniu czasu reakcji (okresu) lub przesunięciu zakresu pomiarowego (przesunięcie sondy). Obydwa objawy prowadzą do zmniejszenia okna λ i tym samym do gorszego konwertowania spalin przez katalizator.

W celu monitorowania przetwarzany jest sygnał sondy za katalizatorem.



Rys. 48 Kontrola częstotliwości regulacyjnej (bezwładność sondy regulacyjnej – sondy skokowej)

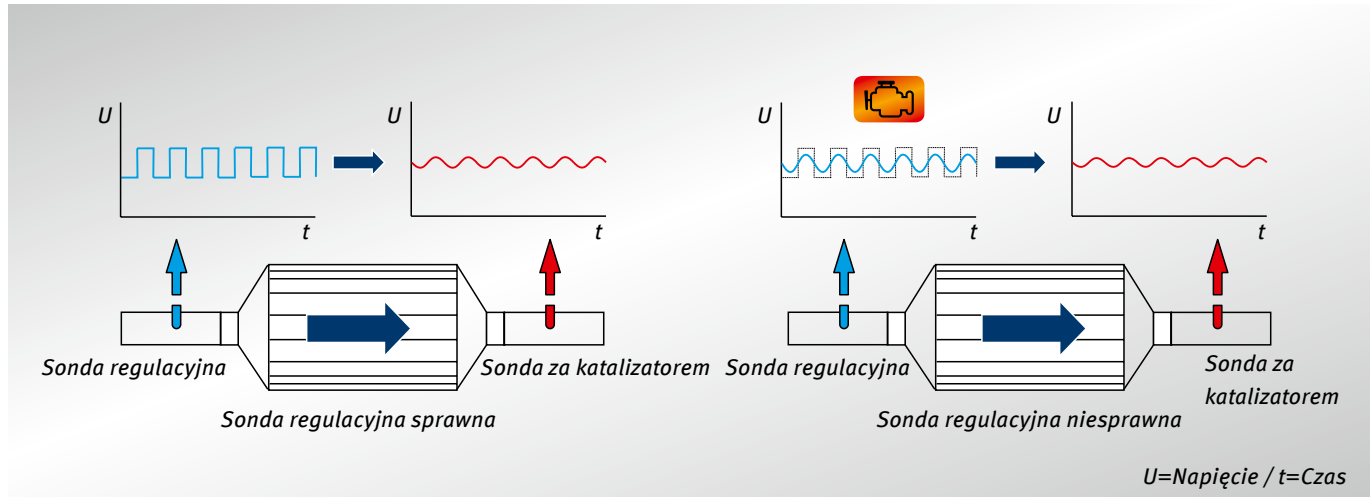
Sonda regulacyjna

(sonda szerokopasmowa)

Ponieważ sonda szerokopasmowa nie wykazuje się wyraźną reakcją skokową o $\lambda=1$, mieszanka paliwowo-powietrzna

musi być „modulowana”:
Niewielka zmiana między mieszanką ubogą i bogatą jest wytwarzana przez sterownik sztucznie.
Czas reakcji sondy szerokopasmowej na te

nałożone wahania jest monitorowany. Przy tym aktualne wartości rzeczywiste są porównywane z ustalonymi wartościami zadanymi.



Rys. 49 Diagnozowanie czasu reakcji sondy regulacyjnej (sondy szerokopasmowej)

Sonda za katalizatorem

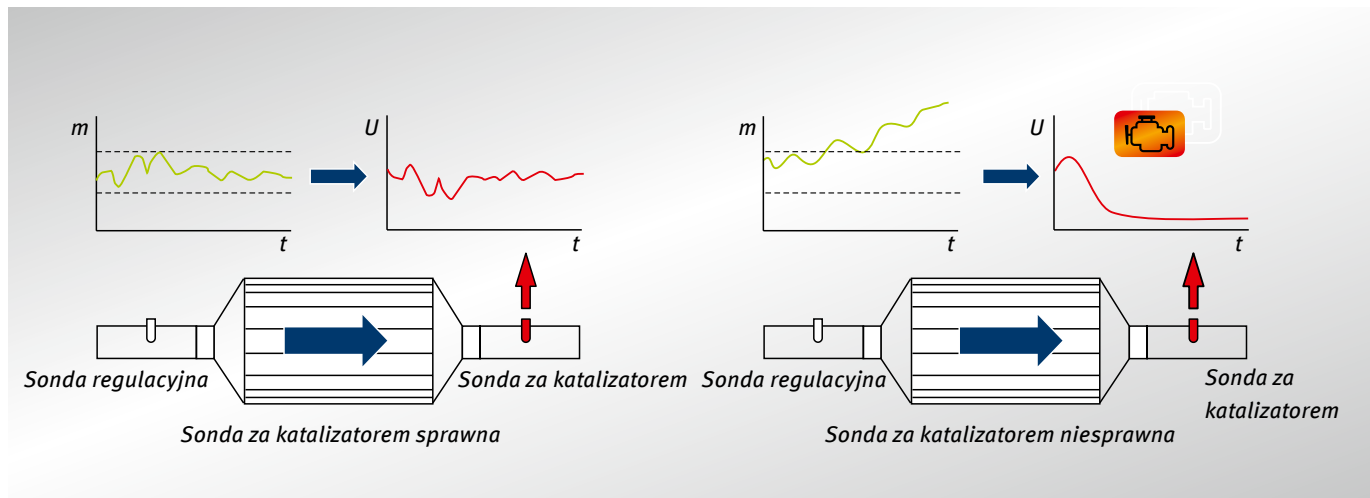
Monitorowane jest dotrzymywanie ustalonych granic regulacji wartości regulacyjnej lambda.

Jeśli np. podczas pracy stosunek mieszanki paliwowo-powietrznej zmieni się w kierunku „ubogiej”, sonda za katalizato-

rem zgłasza sterownikowi poprzez spadek napięcia wzrost zawartości tlenu w spalinach. Poprzez regulację lambda mieszanka zostaje ponownie wzbogacona. Napięcie sondy za katalizatorem wzrasta i sterownik może ponownie obniżyć wartość regulacyjną lambda.

Jeśli mimo wzbogacenia napięcie sondy pozostaje niskie, następuje dalsze wzbogacenie aż do przekroczenia granicy regulacji.

To zostaje rozpoznane jako błąd. Ta regulacja rozciąga się na dłuższą jazdę.



Rys. 50 Diagnozowanie granicy regulacji sondy za katalizatorem

Inną możliwością monitorowania jest diagnozowanie zachowania regulacyjnego przy przyspieszaniu lub w fazie hamowa-

nia silnikiem. Również tu wykorzystuje się skutek „wzbogacania” przy przyspiesza-

niu i „zubożania” w fazie hamowania silnikiem do oceny sondy.

Możliwe kody błędów

P0036	O2-Sonda ogrzewana (rząd 1 sonda 2)	Nieprawidłowe działanie
P0037	O2-Sonda ogrzewana (rząd 1 sonda 2)	Za mała
P0038	O2-Sonda ogrzewana (rząd 1 sonda 2)	Za duża
P0042	O2-Sonda ogrzewana – obwód sterujący ogrzewania (rząd 1 sonda 3)	Nieprawidłowe działanie
P0043	O2-Sonda ogrzewana – obwód sterujący ogrzewania (rząd 1 sonda 3)	Za mała
P0044	O2-Sonda ogrzewana – obwód sterujący ogrzewania (rząd 1 sonda 3)	Za duża
⋮		
P0064	O2-Sonda ogrzewana – obwód sterujący ogrzewania (rząd 2 sonda 3)	Za duża
P0130	O2 Sonda (rząd 1, sonda 1)	Nieprawidłowe działanie
P0131	O2 Sonda (rząd 1, sonda 1)	Napięcie za niskie
P0132	O2 Sonda (rząd 1, sonda 1)	Napięcie za wysokie
P0133	O2 Sonda (rząd 1, sonda 1)	Wolna reakcja
P0134	O2 Sonda (rząd 1, sonda 1)	Nie można stwierdzić aktywności
P0135	O2 Sonda (rząd 1, sonda 1)	Błąd w obwodzie grzewczym
⋮		
P0167	O2 Sonda (rząd 2, sonda 3)	Błąd w obwodzie grzewczym

Wskazówki diagnostyczne

Błąd	Przyczyny
<ul style="list-style-type: none"> Zwiększone zużycie paliwa Szarpanie w fazie hamowania silnikiem Silnik „piłuje” na biegu jałowym. 	<ul style="list-style-type: none"> Sonda lambda jest zanieczyszczona lub ma osady jako skutek złego spalania albo paliwa z zawartością ołowiu. Sonda lambda reaguje ze zbyt dużą bezwładnością, tzn. regulacja lambda ma tendencję zbyt „bogata”. Sonda lambda jest uszkodzona przez zbyt wysoką temperaturę spalin, jako skutek niewłaściwego tworzenia mieszanki lub przerw w zapłonie. Nieprawidłowe połączenie elektryczne masy.


Ważna wskazówka:

Należy przestrzegać ogólnych wskazówek w rozdziale 3. W celu diagnozy sprawdzić

- sygnał napięciowy,
- podłączenie masy,
- ogrzewanie (jeśli występuje).

Odczytać w tym celu pamięć błędów i porównać wartości rzeczywiste z wartościami zadanymi. Jeśli wartości tych nie ma do dyspozycji pomocne może być odczytanie tych wartości na takim samym pojeździe, w którym nie występują błędy.