



Rys. 33 Recykulacja spalin w silniku benzynowym (z pneumatycznym zaworem EGR), schematycznie

4.5

Układ recykulacji spalin (EGR)

Dzięki domieszce spalin w powietrzu zasysanym zmniejsza się zawartość tlenu w mieszance paliwo-powietrze.

Dzięki temu następuje obniżenie temperatury spalania w cylindrach. To z kolei, w zależności od punktu znamionowego pracy, ma wpływ na zmniejszenie ilości tlenków azotu (NOx) w spalinach, aż do 50%.

Dodatkowo, w silnikach Diesla następuje zmniejszenie wytwarzania cząstek stałych o ok. 10% oraz redukcja emisji hałasu.

W silnikach z zapłonem iskrowym stwierdzono mniejsze zużycie paliwa. Odpowiednio regulowana domieszka spalin może więc mieć wpływ na zachowanie się spalin w pojeździe, zgodnie z warunkami obciążenia.

Recykulacja spalin (EGR) jest więc ważnym elementem przy redukcji emisji tlenków azotu.

W związku z tym podlega ona kontroli działania, w ramach standardu OBD II.

W standardzie EOBD, podobnie jak w powietrzu wtórnym, wystarczająca jest kontrola poszczególnych podzespołów.

W angielskim obszarze językowym, recykulacja spalin oznaczana jest skrótem EGR (od „exhaust gas recirculation”).

Do ok. 1998 roku stosowano głównie zawory pneumatyczne. Obecnie, w nowszych konstrukcjach, prawie wyłącznie używa się elektrycznych zaworów recykulacji spalin (EAGR).

Zalety zaworów pneumatycznych:

- mniejszy ciężar
- dobra siła nastawcza
- łatwy montaż

Zalety zaworów elektrycznych:

- brak dodatkowych podzespołów
- szybkie w działaniu, bo sterowane bezpośrednio
- łatwo kontrolowane
- włączane niezależnie od podciśnienia

Przewody spalinowe łączą kolektor wydechowy z zaworem recykulacji spalin oraz zawór z dolotem/kolektorem dolotowym. Zawory recykulacji spalin są często zamontowane bezpośrednio w kolektorze wydechowym lub na dolocie.

Rys. 33 przedstawia dwa warianty recykulacji spalin z zaworem pneumatycznym. Sterowanie odbywa się za pomocą elektro-pneumatycznego przetwornika ciśnienia (EPW) lub elektrycznego przetwornika ciśnienia (EDW).

Zawór recyrkulacji spalin jest uruchamiany za pomocą podciśnienia kolektora dolotowego. Zawór otwiera się, następnie określona ilość spalin zostaje doprowadzona do kolektora spalin, a za jego pośrednictwem do systemu spalania.

Zawory recyrkulacji spalin są częściowo wyposażone w potencjometry do komunikowania położenia. Dzięki informacji o położeniu, możliwa jest zarówno korekta otwierania, jak również stała kontrola zaworu. Inne zawory recyrkulacji spalin dla kontroli wyposażone są dodatkowo we wbudowane czujniki temperatury. Ponieważ wysokie temperatury mogą powodować awarie w elektrycznych zaworach recyrkulacji spalin, przy określonych zastosowaniach zostają one podłączone do obiegu chłodziwa.

Czujnik przepływu masy powietrza (LMS) w układzie wlotowym mierzy w sposób ciągły masy powietrza doprowadzane do silnika.

Zawory recyrkulacji spalin stosowane w silnikach Diesla, ze względu na wielkość recyrkulacji mają duże przekroje otwarcia. Często są zintegrowane w korpusie z przepustnicą („korpus mieszany EGR”).

W przypadku silników benzynowych przekroje są wyraźnie mniejsze.

Sygnal z LMS w pojazdach z silnikiem Diesla używany jest do sterowania recyrkulacją spalin.

Aktywacja recyrkulacji spalin, zarówno w zaworach pneumatycznych, jak i elektrycznych odbywa się poprzez sterownik i uzależniona jest od temperatury, masy powietrza (obciążenia) oraz prędkości obrotowej.

Położenie zaworu recyrkulacji spalin wykrywane jest przez czujnik (potencjometr).

- W prostszych lub starszych systemach, zawory recyrkulacji spalin uruchamiane pneumatycznie, są wzbudzone podciśnieniem za pośrednictwem elektrycznego zaworu przełączającego (EUV). W takich prostych systemach zawór recyrkulacji spalin posiada jedynie funkcję otwarty/zamknięty.
- W nowszych systemach sterowanie odbywa się za pomocą przetwornika elektro-

pneumatycznego (EPW), dzięki któremu zawór może być nastawiany bezstopniowo. W ten sposób możliwe jest dokładne dopasowanie w każdym punkcie roboczym. Zanim zaczęto stosować EPW, używano elektrycznych przetworników ciśnienia (EDW).

- Elektryczne zawory recyrkulacji spalin sterowane są bezpośrednio ze sterownika.

Recyrkulacja spalin włączana jest tylko w określonych punktach roboczych.

- W silnikach Diesla do ok. 3000/min i przy średnim obciążeniu.
- W silnikach benzynowych powyżej biegu jałowego aż do górnego obciążenia częściowego.
- Przy obciążeniu całkowitym nie następuje recyrkulacja spalin. W wydajności końcowej nie następuje żadna zmiana.



Rys. 34 Zawory recyrkulacji spalin do zastosowań w silnikach Diesla



Rys. 35 Zawory recyrkulacji spalin do zastosowań w silnikach benzynowych

4.5.1

Kontrola

W ramach standardu OBD II (USA) system recyrkulacji spalin podlega kontroli działania i skuteczności.

W standardzie EOBD wystarczy kontrola komponentów oraz kontrola działania. Kontrola skuteczności nie została przewidziana w standardzie EOBD. W zależności od producenta, również pojazdy europejskie mogą posiadać standard OBD II.

Recyrkulacja spalin może być kontrolowana na różne sposoby:

Pomiar ciśnienia w kolektorze dolotowym

W fazie suwu zawór recyrkulacji spalin zostaje otwarty na krótko, a na czujniku rury dolotowej zostaje uchwycony wzrost ciśnienia.

Poprzez krótkie zamknięcie zaworu oraz powiązany z tym spadek ciśnienia w trybie obciążenia częściowego, skontrolowana zostaje szczelność zaworu recyrkulacji spalin.

Pomiar temperatury w kolektorze dolotowym

W fazie suwu zawór recyrkulacji spalin zostaje na krótko otwarty. Czujnik temperatury powietrza zasysanego rejestruje wzrost temperatury spowodowany przepływającymi, gorącymi spalinami.

Pomiar temperatury po zimnej stronie zaworu recyrkulacji spalin

Przy otwartym zaworze, temperatura po zimnej stronie zaworu wzrasta ze względu na spaliny. Wzrost temperatury rejestrowany jest przez czujnik. Dodatkowo wychwytywane są sygnały potencjometru.



Rys. 36 Elektryczny przetwornik ciśnienia (EDW)

Wychwytywanie sygnału potencjometru recyrkulacji spalin

Elektryczne zawory recyrkulacji spalin (EAGR) oraz częściowo zawory mechaniczne posiadają potencjometr, dzięki któremu rozpoznawane jest położenie zaworu. Zdarzają się również przypadki z dodatkową kontrolą ciśnienia kolektora dolotowego lub jego temperatury.

Kontrola prawdopodobieństwa (zwłaszcza w silnikach Diesla)

W przypadku kolejnego rodzaju kontroli, zwłaszcza w silnikach Diesla, rejestrowana jest masa powietrza w stosunku do prędkości obrotowej silnika, z recyrkulacją spalin lub bez.

Kontrola masy powietrza (zwłaszcza w silnikach Diesla)

W recyrkulacji spalin zasysana masa powietrza zostaje zredukowana o ilość doprowadzonych spalin. Czujnik masy powietrza rejestruje jej zmniejszenie. Dodatkowo kontrolowane są sygnały potencjometrów.

Kontrola nierównomiernej pracy

Zawór recyrkulacji spalin podczas biegu jałowego zostaje delikatnie otwarty. Spaliny dostają się do mieszanki biegu jałowego i staje się on nierównomierny. Bieg nierównomierny zostaje rozpoznany i wykorzystany w diagnostyce.

EDW składają się z elektrycznego zaworu przełączającego (EUV) z nałożonym ogranicznikiem ciśnienia. Swoim działaniem przypominają przetworniki elektropneumatyczne (EPW)

Dalsze informacje na temat EDW znajdują Państwo w Service Information SI 0027.



Rys. 37 Przetwornik elektropneumatyczny (EPW)

wego i staje się on nierównomierny. Bieg nierównomierny zostaje rozpoznany i wykorzystany w diagnostyce.

Za pomocą EPW można bezstopniowo przedstawiać nastawniki pneumatyczne. Ich działanie jest podobne do działania ściemniacza w obwodzie elektrycznym. Są one stosowane w sterowaniu pneumatycznymi zaworami recyrkulacji spalin, przepustnicami w silnikach Diesla i do nastawiania łopatek kierowniczych w turbosprężarkach ze zmiennym kątem nachylenia sprężarek VTG (regulacja ciśnienia ładowania).

Możliwe kody błędów (ze wskazówkami diagnostycznymi)

Błędy w systemie recyrkulacji spalin oznaczane są kodami błędów P0400 – P0409.

Kod błędu	Możliwe przyczyny/błędy	Możliwe środki zaradcze
P0400 System EGR – nieprawidłowy przepływ		
<ul style="list-style-type: none"> • Brak recyrkulacji spalin lub recyrkulacja niewykrywana • Nie uzyskano wydajności krańcowej • Silnik przechodzi w tryb awaryjny • Wadliwy sposób jazdy • Nierównomierny bieg jałowy 	<ul style="list-style-type: none"> • Zawór recyrkulacji nie otwiera się 	<ul style="list-style-type: none"> • Sprawdzić działanie pneumatycznego zaworu recyrkulacji za pomocą ręcznej pompy podciśnieniowej. Jeśli nie otwiera się mimo podciśnienia, sprawdzić, czy zawór nie jest zakleiony lub zanieczyszczony nagarem. • Jeśli brak podciśnienia, wymienić zawór recyrkulacji spalin. • Jeśli zawór pneumatyczny nie jest sterowany, sprawdzić przelot przewodów podciśnieniowych. • W przypadku zaklejenia, wymienić zawór i skontrolować system wtrysku oraz rozdzielacz mgły olejowej (blow-by). • Skontrolować zawór recyrkulacji spalin pod kątem widocznych uszkodzeń i przebarwień. W takim przypadku przeciwcisnienie spalin może być za wysokie albo sterowanie nieprawidłowe. Sprawdzić przepustowość układu wydechowego oraz działanie zaworu regulacji ciśnienia ładowania i sterowanie elektryczne. • Sprawdzić zasilanie zaworu recyrkulacji spalin (przyłącza, kable, wtyczki i sterowanie elektryczne), a także przetwornik elektropneumatyczny, elektryczny przetwornik ciśnienia i elektryczny zawór przełączający. Wymienić uszkodzone części.
P0401 System EGR – zbyt mały przepływ		
<p>Odprowadzana jest zbyt mała ilość spalin.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zawór EGR nie otwiera się wystarczająco • Zmniejszony przekrój spowodowany zanieczyszczeniami (nagar) • Zbyt krótki czas otwarcia zaworu EGR • Czujnik masy powietrza uszkodzony lub zanieczyszczony 	<ul style="list-style-type: none"> • Sprawdzić sterowanie elektryczne. • Sprawdzić sterowanie pneumatyczne (podciśnienie). • Wymontować zawór i sprawdzić jego stan. • W przypadku zaklejenia, wymienić zawór EGR i skontrolować system wtrysku oraz rozdzielacz mgły olejowej (blow-by). • Sprawdzić sterowanie i czujniki, zwłaszcza w elektrycznych zaworach recyrkulacji. • Sprawdzić i ew. wymienić czujnik przepływu powietrza.
P0402 System EGR – zbyt duży przepływ		
<p>Odprowadzane jest zbyt dużo spalin.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zawór recyrkulacji otwiera się niezgodnie z wartościami zadanymi • Zawór nie zamyka się całkowicie • Czujnik masy powietrza uszkodzony lub zanieczyszczony 	<ul style="list-style-type: none"> • Sprawdzić czujniki i sterowanie • Wymontować zawór i sprawdzić jego stan. • W przypadku zaklejenia, wymienić zawór EGR i skontrolować system wtrysku oraz rozdzielacz mgły olejowej (blow-by). • Sprawdzić i ew. wymienić czujnik masy powietrza.

Kod błędu	Możliwe przyczyny/błędy	Możliwe środki zaradcze
P0403 System EGR – nieprawidłowe działanie obwodu sterowania		
<ul style="list-style-type: none"> Sygnały recyrkulacji nieprawidłowe lub nieprzejrzyste 	<ul style="list-style-type: none"> Zużycie/zanieczyszczenie potencjometru na zaworze EGR Uszkodzony czujnik temperatury 	<ul style="list-style-type: none"> Sprawdzić sygnały i porównać z wartościami zadanymi.
P0404 System EGR – problem w pomiarze/wydajności systemu sterowania		
<ul style="list-style-type: none"> Recyrkulacja spalin poza zakresem zadanym Sygnały recyrkulacji nieprawidłowe lub nieprzejrzyste 	<ul style="list-style-type: none"> Zużycie/zanieczyszczenia na potencjometrze zaworu EGR czujniku ciśnienia czujniku temperatury czujniku przepływu powietrza połączeniach elektrycznych i przewodach 	<ul style="list-style-type: none"> Sprawdzić sygnały i porównać z wartościami zadanymi. Sprawdzić połączenia elektryczne i przewody.
P0405 System EGR – czujnik A obwód włączeniowy zbyt mały		
P0406 System EGR – czujnik A obwód włączeniowy zbyt duży		
P0407 System EGR – czujnik B obwód włączeniowy zbyt mały		
P0408 System EGR – czujnik B obwód włączeniowy zbyt duży		
<ul style="list-style-type: none"> Sygnały recyrkulacji nieprawidłowe lub nieprzejrzyste 	<ul style="list-style-type: none"> Zużycie/zanieczyszczenia na potencjometrze zaworu EGR czujniku ciśnienia czujniku temperatury czujniku przepływu powietrza połączeniach elektrycznych i przewodach 	<ul style="list-style-type: none"> Sprawdzić sygnały i porównać z wartościami zadanymi. Sprawdzić połączenia elektryczne i przewody.



Ważna wskazówka:

W przypadku nieprawidłowego działania systemu recyrkulacji spalin lub uszkodzeń jego komponentów, zawsze należy skontrolować również otoczenie.

Naloty mogą być spowodowane uszkodzeniami systemu wtrysku lub zbyt dużą ilością oleju w powietrzu zasysanym. Błędy tego rodzaju w ramach standardu OBD, są rozpoznawane tylko częściowo i częściowo traktowane jako błędy.



Więcej szczegółów dotyczących zaworów recyrkulacji spalin oraz ich kontroli znajdą Państwo w Service Information SI 0002/A, 0017/A, 0043, 0047. SI 0100 zawiera szeroki wybór tabel błędów.

Inne kody błędów, które mają znaczenie w odniesieniu do recyrkulacji spalin

P0100	Miernik mas powietrza	Nieprawidłowe działanie
P0101	Miernik mas powietrza	Poza zakresem wartości zadanych
P0102	Miernik mas powietrza	Zbyt mały sygnał
P0103	Miernik mas powietrza	Zbyt duży sygnał
P0104	Miernik mas powietrza	Błąd sporadyczny
P0105	Nadajnik wysokości/ czujnik ciśnienia kolektora dolotowego	Nieprawidłowe działanie
P0106	Nadajnik wysokości/ czujnik ciśnienia kolektora dolotowego	Poza zakresem wartości zadanych
P0107	Nadajnik wysokości/ czujnik ciśnienia kolektora dolotowego	Zbyt mały sygnał
P0108	Nadajnik wysokości/ czujnik ciśnienia kolektora dolotowego	Zbyt duży sygnał
P0109	Nadajnik wysokości/ czujnik ciśnienia kolektora dolotowego	Błąd sporadyczny
P0110	Czujnik temperatury powietrza zasysanego	Nieprawidłowe działanie
P0111	Czujnik temperatury powietrza zasysanego	Poza zakresem wartości zadanych
P0112	Czujnik temperatury powietrza zasysanego	Zbyt mały sygnał
P0113	Czujnik temperatury powietrza zasysanego	Zbyt duży sygnał
P0114	Czujnik temperatury powietrza zasysanego	Błąd sporadyczny

Błędy czujników wpływają na działanie recyrkulacji spalin.

Skutkami takich błędów, zwłaszcza w silnikach Diesla, mogą być „wady w wydajności” lub „bieg awaryjny silnika”.

Wskazówki diagnostyczne

Zawór recyrkulacji spalin

Najczęstszymi przyczynami awarii są naloty na talerzu zaworu lub gnieździe zaworu.

Konsekwencje:

- Zawór jest zakleiony i nie otwiera się.
- Naloty zmniejszają przekrój otworu.
- Zawór nie zamyka się całkowicie.

Bardzo silne naloty mogą być spowodowane błędami w systemie wtrysku lub bardzo zanieczyszczonym przez olej powietrzem zasysania lub ładowania. W silnikach Diesla dochodzą dodatkowo naloty z sadzy.



Ważna wskazówka:

Przyczyną powstawania silnie zaolejonego powietrza zasysania lub ładowania mogą być na przykład:

- Awaryjne odpowietrzanie skrzyni korbowej (np. rozdzielacz oleju, zawór odpowietrzania silnika)
- Zwiększone wydzielanie gazu blow-by spowodowane zwiększonym zużyciem na tłokach i cylindrach
- Awaryjne turboładowanie (np. zużyte łożyska, zatkane przewody powrotne oleju)

- Przekroczenie terminów konserwacji (wadliwa wymiana oleju i filtra oleju)
- Zastosowanie nieodpowiednich olejów silnikowych
- Częsty tryb jazdy na krótkich odcinkach (zwłaszcza podczas zimnych pór roku - powstawanie emulsji olej-woda, dostającej się do systemu odpowietrzania silnika)
- Zbyt wysoki poziom oleju silnikowego
- Zużyte uszczelki zaworów lub prowadnice powodujące zwiększony transfer oleju w kanale zasysania.



Rys. 38 Zawór recyrkulacji spalin (Diesel) z mocnymi nalotami i nowy

Pozostałe awaryjne w zaworach recyrkulacji spalin:

- Potencjometry przy zwiększonym przebiegu mogą wydawać błędne sygnały lub wyłączać się.
- Przy zbyt wysokim przeciwności ciśnieniu spalin (wydech częściowo zatkany) w pojazdach z silnikiem Diesla zawór recyrkulacji spalin może zostać ściśnięty. Membrana zostaje „spalona”, przez co zawór ulega zniszczeniu. Rozpoznajemy to po niebieskim zabarwieniu obudowy zaworu.

Zawory elektromagnetyczne (EUV, EDW, EPW)

Najczęstszymi przyczynami awarii są woda, brud lub nieszczelne przewody. Takie błędy nie są rozpoznawane podczas diagnozy podzespołów. Sporadycznie, awaryjne mogą być spowodowane wysoką temperaturą otoczenia. Rzadko zdarza się, że awaryjne spowodowane są zamienionymi przewodami.

Czujniki mas powietrza (LMS)

Patrz rozdz. 4.6.3



Ważna wskazówka:

Za pomocą ręcznej pompy podciśnieniowej można łatwo skontrolować działanie pneumatycznych zaworów recyrkulacji spalin.



Dalsze szczegóły znajdą Państwo w Service Information:

Na temat EUV: SI 0050, SI 0051

Na temat EDW: SI 0027

Na temat EPW: SI 0065, SI 0076