

Układ BOSCH Mono-Motronic

Jest to **jednopunktowy układ wtrysku** paliwa. Steruje on wytwarzaniem mieszanki paliwowo powietrznej oraz kątem wyprzedzenia zapłonu. Dodatkowo współpracuje z katalizatorem oraz układem recyrkulacji par paliwa.

Zespół wtryskowy zamontowany jest na kolektorze dolotowym. Zawiera wtryskiwacz paliwa, regulator ciśnienia paliwa oraz zespół czujników. Pomiędzy zespołem wtryskowym a kolektorem dolotowym znajduje się podkładka izolacyjna wykonana z tworzywa lub gumowo-metalowa. W górnej części zespołu wtryskowego znajdują się: wtryskiwacz, czujnik temperatury zasysanego powietrza i regulator ciśnienia paliwa, którego zadaniem jest utrzymywanie stałego ciśnienia wtrysku.

W dolnej części układu wtryskowego znajdują się regulator biegu jałowego i czujnik położenia przepustnicy który przekazuje do modułu sterującego informacje o kącie jej otwarcia.

W celu zapewnienia optymalnych warunków pracy silnika czas wtrysku jest regulowany przez urządzenie sterujące w zależności od obciążenia i warunków pracy silnika (przyspieszanie, bieg jałowy, hamowanie silnikiem, jazda ekonomiczna itp.). Kąt wtrysku wynosi $30 \div 70^\circ \text{OWK}$. Paliwo jest wtryskiwane między przepustnicę i ściankę kolektora dolotowego, z częstotliwością odpowiadającą częstotliwości impulsów zapłonowych.

Warunkiem zapewnienia dokładnego i stałego czasu wtrysku jest zapewnienie stałego ciśnienia paliwa (ok. 0,1 MPa). Ciśnienie to jest korygowane poprzez regulator ciśnienia paliwa umieszczony w górnej części zespołu wtryskowego. Regulator ten wyrównuje wahania ciśnienia występujące w układzie doprowadzającym paliwo powodowane przez np. wahania napięcia w instalacji. Nadmiar paliwa jest odprowadzany z powrotem do zbiornika. Paliwo przepływając chłodzi regulator przez co zapobiega powstawaniu pęcherzyków par paliwa. Regulator ma również za zadanie utrzymywanie w układzie tzw. ciśnienia resztkowego równego 0,05 MPa przez 5 minut po wyłączeniu silnika.

Centrałka sterująca zawiera mikroprocesorowe układy sterujące wtryskiem i zapłonem, utrzymujące wolne obroty i umożliwiające testowanie i diagnostykę układu. Tutaj znajdziesz schemat połączeń centrałki z pozostałymi elementami układu wtryskowego. Wszystkie czujniki są ciągle diagnozowane poprzez sprawdzanie prawidłowości impulsów wyjściowych. W przypadku wykrycia awarii następuje odcięcie czujnika i zastąpienie go poprzez elektroniczną symulację typowej wartości. Dzięki temu układ umożliwi dalszą jazdę oraz zapobiega uszkodzeniu silnika. Informacja o uszkodzeniu jest odnotowywana w pamięci urządzenia i może zostać odczytana za pomocą odpowiedniego przyrządu. Centrałka sterująca może również współpracować z immobiliserem.

Centrałka analizując impulsy z poszczególnych czujników ustala czas wtrysku (dawkę paliwa) oraz odpowiedni kąt wyprzedzenia zapłonu. Podstawowymi informacjami dla centrałki są dane z czujnika położenia przepustnicy i czujnika położenia i prędkości wału korbowego - hallotronu (czujnika Halla). Informacje z pozostałych czujników - temperatury cieczy chłodzącej, temperatury powietrza na wlocie do wtrysku i sondy lambda (mierzącej zawartość tlenu w spalinach i pozwalające określić na ile dawkowanie było poprawne) są traktowane jako informacje dodatkowe. Po uruchomieniu zimnego silnika aż do osiągnięcia przez niego właściwej temperatury pracy mieszanka jest wzbogacana poprzez wydłużenie czasu wtrysku. Przekroczeni maksymalnej prędkości obrotowej (5800 obr/min) jak i hamowanie silnikiem powoduje odcięcie dopływu paliwa do wtryskiwacza.

Obroty biegu jałowego są utrzymywane poprzez regulację kąta położenia przepustnicy (regulator biegu jałowego) oraz zmianę kąta wyprzedzenia zapłonu biegu jałowego. Obniżenie obrotów poniżej zaprogramowanych o ponad 25 obr/min powoduje zwiększenie uchylecia przepustnicy, wzrost ponad normę o ponad 25 obr/min powoduje zmniejszenie kąta otwarcia przepustnicy. Czas reakcji na spadek lub wzrost prędkości wynosi $2 \div 5$ ms.

W pamięci centrałki sterującej są zakodowane optymalne nastawy czasu wtrysku i wyprzedzenia zapłonu dla wszystkich warunków pracy - tzw. mapa zapłonów (to właśnie na modyfikacji

tych parametrów polega chip - tuning). Na podstawie odczytów ze wszystkich czujników następuje ustalenie optymalnego czasu wtrysku i zapłonu.

Czujnik temperatury cieczy chłodzącej. Do pomiaru temperatury cieczy używa się termistora. Wraz ze zmianą temperatury cieczy zmienia się jego rezystancja, której wartość jest przekazywana do centrali sterującej. Dane te są analizowane i na ich podstawie ustalany jest czas wtrysku wynoszący od 1 do 6 ms. Przy niskiej temperaturze silnika następuje wydłużenie czasu wtrysku w celu wzbogacenia mieszanki. Sygnał ten jest także wykorzystywany do korygowania kąta wyprzedzenia zapłonu, wzbogacania mieszanki przy powtórnym uruchomieniu silnika, wzbogacania mieszanki przy przyspieszaniu, odcinania dopływu paliwa przy hamowaniu silnikiem, ustawienia przepustnicy przy uruchamianiu silnika. W razie uszkodzenia czujnika centrala przyjmuje stałą wartość temperatury równą 90°C. Do uruchomienia zimnego silnika wykorzystywany jest odczyt z czujnika temperatury zasysanego powietrza.

Czujnik położenia przepustnicy. Ilość powietrza potrzebna do wytworzenia właściwej mieszanki paliwowo - powietrznej zmienia się wraz ze zmianą prędkości obrotowej silnika i zmianą położenia przepustnicy. Aby móc prawidłowo dawkować ilość paliwa centrala otrzymuje informacje z czujnika położenia przepustnicy. W jego konstrukcji wykorzystany jest potencjometr. Sygnały tego czujnika wykorzystywane są do ustalania następujących parametrów: wzbogacenia mieszanki w trakcie przyspieszania, wzbogacania mieszanki przy pełnym otwarciu przepustnicy, odcięcia paliwa przy hamowaniu silnikiem. Uszkodzenie czujnika nie powoduje unieruchomienia silnika, centrala wykorzystuje wtedy sygnały czujnika prędkości obrotowej wału korbowego (hallotronu) i czujnika temperatury cieczy chłodzącej.

Czujnik położenia i prędkości obrotowej silnika (hallotron). Jest on umieszczony na obudowie sprzęgła. Reaguje on na krawędzie przerwy wyfrezowanej w kole zamachowym. Krawędzie są wyfrezowane co 54°. Czujnik jest umieszczony tak, że impulsy powstają 60 i 6°OWK przed ZZP. Sygnały z hallotronu służą do zmiany kąta wyprzedzenia zapłonu, sterowania czasem i momentem wtrysku, regulacji prędkości obrotowej silnika na biegu jałowym, ograniczania prędkości maksymalnej silnika, podawania impulsów do obrotomierza. Awaria hallotronu powoduje unieruchomienie silnika.

Czujnik temperatury zasysanego powietrza. Jest to czujnik termistorowy zmieniający swą rezystancję w zależności od temperatury. Zmiana temperatury zasysanego powietrza powoduje konieczność zmiany dawkowania paliwa. Przy niskich temperaturach czas wtrysku jest wydłużany przez co mieszanka jest wzbogacana. W razie uszkodzenia tego czujnika dalsza jazda jest możliwa, gdyż centrala podstawia wartość zastępczą 20°C.

Sonda lambda. Jest ona wkręcona w rurę przed katalizatorem. Wewnątrz sondy znajduje się rdzeń wykonany z dwutlenku cyrkonu, którego zewnętrzna część styka się ze spalinami a wewnętrzna z powietrzem atmosferycznym. Różna koncentracja jonów tlenu na obu końcach powoduje powstanie sygnału będącego miernikiem ilości tlenu w spalinach. W centralce sygnał ten jest wykorzystywany do zmiany dawkowania paliwa w celu osiągnięcia właściwego składu mieszanki lambda równemu w przybliżeniu jedności (0,99÷1,01). Ręczna regulacja zawartości CO w spalinach jest niemożliwa. Sonda lambda pracuje prawidłowo dopiero w temperaturze ponad 300°C. Aby skrócić czas podgrzewania sondy jest ona podgrzewana elektrycznie do temperatury roboczej. Temperatura robocza osiągana jest w ciągu 20÷30 sek. Uszkodzenie sondy nie powoduje zatrzymania silnika, jednak wzrasta zużycie paliwa i może dojść do przegrzania i uszkodzenia katalizatora.

Regulator biegu jałowego. Jego zadaniem jest utrzymywanie właściwej prędkości biegu jałowego. Na podstawie danych z czujników temperatury cieczy chłodzącej, temperatury powietrza, hallotronu, czujnika położenia przepustnicy i stycznika krańcowego wolnych obrotów ustalana jest odpowiednia wartość która jest utrzymywana poprzez uchylanie bądź zamykanie przepustnicy przez siłownik.

Elektroniczny układ zapłonu. Układ ten zapewnia optymalne warunki zapłonu mieszanki w każdych warunkach pracy silnika jednocześnie zapewniając odpowiednią czystość spalin. Wraz ze wzrostem prędkości obrotowej silnika zwiększa się również kąt wyprzedzenia zapłonu, nato-

miast ze wzrostem jego obciążenia kąt ten maleje.

Kąt wyprzedzenia zapłonu jest regulowany automatycznie z uwzględnieniem sygnałów z czujnika przepustnicy (informacja o obciążeniu silnika), hallotronu, czujnika temperatury cieczy chłodzącej (przy zimnym silniku kąt wyprzedzenia zostaje zwiększony), wyłącznika sygnalizacji położenia przepustnicy w biegu jałowym. W tym układzie nie ma możliwości regulacji kąta wyprzedzenia zapłonu.

Rozdzielacz zapłonu. Służy on do rozdzielania we właściwej kolejności impulsów zapłonowych do poszczególnych cylindrów. Rozdzielacz w układzie wtryskowym BOSCH Mono-Motronic nie współpracuje z mechanicznymi regulatorami kąta wyprzedzenia zapłonu ani z klasyczną cewką zapłonową. Kopułka rozdzielacza jest wykonana z bakelitu lub tworzywa Vitresin odpornego na działanie wilgoci. W kopułce znajduje się 5 gniazd do osadzania przewodów wysokiego napięcia.

Świece zapłonowe. W silnikach z wtryskiem BOSCH Mono-Motronic montuje się świece posiadające rezystor przeciwzakłóceńowy.

Elektryczna pompa paliwa. Samochody wyposażone w układ wtryskowy nie posiadają mechanicznej pompy paliwa. Zamiast niej jest dwustopniowa pompa elektryczna, zamontowana wewnątrz zbiornika paliwa. Pompa zamontowana jest wewnątrz korpusu będącego jednocześnie pojemnikiem paliwa o pojemności 600 cm³. Korpus zamontowany jest do obudowy za pomocą elementu tłumiącego drgania, dzięki czemu pompa paliwa pracuje cicho. Wewnątrz obudowy umieszczony jest czujnik poziomu paliwa. Elektryczna pompa paliwa składa się z dwóch niezależnych pomp napędzanych jednym silnikiem. Pierwsza z nich zasysa paliwo ze zbiornika poprzez zgrubny filtr i tłoczy je do korpusu będącego jednocześnie zasobnikiem paliwa. Nadmiar paliwa i jego pary wracają z powrotem do zbiornika. Druga pompa zasysa paliwo z zasobnika i tłoczy je poprzez zewnętrzny filtr do zespołu wtryskowego. Pompa ta tworzy stałe ciśnienie 0,12 MPa i ma wydajność 70 dm³/h. Silnik pumpy jest zanurzony w paliwie. Zawór zwrotny umieszczony w króćcu wylotowym pompy uniemożliwia powrót tłoczonego paliwa do zbiornika i utrzymuje ciśnienie w układzie po wyłączeniu silnika.

Układ pochłaniania par paliwa. Jest on zamknięty a jego główne elementy stanowią filtr pochłaniacza z węglem aktywnym i elektrozawór recyrkulacji par paliwa, sterujący odsysaniem par paliwa do zespołu wtryskowego. Przy wzroście temperatury powstające pary benzyny przedostają się do filtru pochłaniacza z węglem aktywowanym, w którym następuje neutralizacja węglowodorów lekkich a następnie zmieszanie z powietrzem zasysanym przez układ dolotowy. Odsysanie jest sterowane poprzez elektrozawór. Pozostaje on zamknięty jeżeli temperatura silnika jest niższa niż 60°C. Powyżej tej temperatury zawór otwiera się w cyklu 90 sekund otwarty, 60 sekund zamknięty.

Automatyczna adaptacja układu wtryskowego. Podczas eksploatacji warunki pracy urządzenia wtryskowego zmieniają się. Następuje zużycie silnika, pojawiają się nieszczelności w układzie dolotowym. Układ automatycznie kompensuje te zmiany.

Autodiagnostyka. Układ diagnostyczny automatycznie sprawdza następujące czujniki i urządzenia: Układy centralki sterującej, wyłącznik krańcowy biegu jałowego, silnik regulatora biegu jałowego, czujniki temperatury powietrza i cieczy chłodzącej, czujnik położenia i prędkości obrotowej wału korbowego (hallotron), sondę lambda, zawór elektromagnetyczny układu recyrkulacji par paliwa, przekroczenie granicy składu paliwa w mieszance, czujnik położenia przepustnicy. Poprzez specjalny przyrząd diagnostyczny możliwe jest odczytanie informacji o wykrytych niesprawnościach układu.

Układ wtryskowy Magnetti-Marelli

Kolektor dolotowy wykonany jest z tworzywa sztucznego i umieszczony na tylnej ścianie kadłuba silnika. Do kolektora dolotowego z góry przymocowany przewód rozdzielczy paliwa do wtryskiwaczy w który wstawione są wtryskiwacze i złącza przewodów elektrycznych łączących wtryskiwacze z centralką. Na przewodzie rozdzielczym znajduje się też regulator ciśnienia paliwa utrzymujący stałe ciśnienie paliwa w kolektorze. Nadmiar paliwa wraca do zbiornika.

W kolektorze znajduje się przepustnica oraz urządzenie służące do regulacji prędkości biegu jałowego.

Na kolektorze zainstalowany jest kombinowany czujnik ciśnienia i temperatury zasysanego powietrza. Znajdują się także otwory do pobierania podciśnienia służącego do ustalania wartości ciśnienia paliwa jak i zasilania układu wspomagania.

Sterowanie wtrysku. Wtrysk jest sterowany sekwencyjnie. Kolejność wtrysku odpowiada kolejności zapłonu. Dzięki odczytom danych z czujników centralka ustala odpowiedni czas wtrysku jak i stosunek paliwa do powietrza.

Regulacja prędkością obrotową biegu jałowego. Właściwa prędkość obrotowa jest utrzymywana poprzez odpowiednie uchylanie bądź zamykanie przepustnicy przez elektryczny silnik krokowy oraz poprzez dynamiczną regulację kąta wyprzedzenia zapłonu.

Układ pochłaniania par paliwa. Jest on zamknięty a jego główne elementy stanowią filtr pochłaniacza z węglem aktywnym i elektrozawór recyrkulacji par paliwa, sterujący odsysaniem par paliwa do zespołu wtryskowego. Przy wzroście temperatury powstające pary benzyny przedostają się do filtru pochłaniacza z węglem aktywowanym, w którym następuje neutralizacja węglowodorów lekkich a następnie zmieszanie z powietrzem zasysanym przez układ dolotowy. Odsysanie jest sterowane poprzez elektrozawór. Pozostaje on zamknięty jeżeli temperatura silnika jest niższa niż 60°C. Powyżej tej temperatury zawór otwiera się w cyklu 90 sekund otwarty, 60 sekund zamknięty.

Autodiagnostyka. Układ diagnostyczny zawarty jest w centralce sterującej. Monitoruje on podczas rozruchu jak i w trakcie pracy pracę wszystkich czujników. W razie awarii zastępuje on odczyt z danego czujnika wartością typową, aby kontynuacja jazdy była możliwa.

Zasilanie paliwem. Schemat układu zasilania paliwem jest taki sam jak w przypadku układu BOSCH Mono-Motronic. Jedyną różnicą jest wyższe ciśnienie podawanego paliwa, wynoszące 0,3 MPa.

Regulator ciśnienia paliwa. Utrzymuje on stałą różnicę między ciśnieniem paliwa i ciśnieniem powietrza w kolektorze dolotowym. Dzięki temu ilość wtryskiwanego paliwa nie zależy od ciśnienia w kolektorze, lecz wyłącznie od czasu trwania wtrysku. Nadmiar paliwa jest odprowadzany z powrotem do zbiornika.

Czujnik hallotronowy. Jest on zamontowany wewnątrz rozdzielacza zapłonu, który napędzany jest od wału korbowego silnika. Przetwornik jest zasilany stabilizowanym napięciem z centralki dzięki czemu jest chroniony przed skokami napięcia. Przetwornik umożliwia ustalenie zwrotu zewnętrznego we wszystkich cylindrach jak również służy do określania prędkości obrotowej silnika. Na podstawie impulsów z hallotyonu centralka sterująca ustala moment zapłonu, wtrysku paliwa jak również prędkość obrotową silnika (wykorzystywaną również jako sygnał dla obrotomierza).

Czujnik temperatury i ciśnienia powietrza. Jest to czujnik kombinowany. Jest on wkręcony w ściankę kolektora dolotowego. Sygnały z obu czujników służą do ustalenia ilości powietrza. Na jej podstawie dobierany jest czas wtrysku i moment zapłonu. W razie uszkodzenia czujników centralka wykorzystuje wskazania czujnika uchylenia przepustnicy, a w miejsce utraconych wskazań podstawiana jest wartość 45°C.

Czujnik temperatury cieczy chłodzącej. Jest to czujnik termistorowy wkręcony w przewodzie odpływu cieczy chłodzącej z silnika. Informacja z tego czujnika jest wykorzystywana do korygowania czasu wtrysku, chwili zapłonu i prędkości obrotowej biegu jałowego dla zimnego silnika. Niektóre funkcje silnika (kontrola spalania stukowego, działanie sondy lambda, recyrkulacja

par paliwa) zależą od wskazań tego silnika. W razie awarii urządzenie sterujące ustala temperaturę na podstawie czujnika temperatury powietrza, która rośnie wraz z ogrzewaniem się silnika (powietrze jest zasysane z nad kolektora wydechowego).

Czujnika spalania stukowego reaguje na drgania kadłuba wywołane spalaniem stukowym. Sygnały przekazywane są do centrali która opóźnia zapłon krokowo o $0,25^{\circ}\text{OWK}$ aż do ustania spalania stukowego. Maksymalna wartość opóźnienia wynosi 15°OWK . Po ustaniu spalania stukowego wartość opóźnienia jest stopniowo zwiększana aż do ponownego wykrycia spalania stukowego. W razie uszkodzenia czujnika wartość kąta wyprzedzenia zapłonu jest zwiększana o 15°OWK co oczywiście powoduje zmniejszenie mocy silnika.

Sonda lambda. Jest ona takiej samej konstrukcji i działa w ten sam sposób co sonda w układzie BOSCH Mono-Motronic.

Układ zapłonowy.

Zawiera on:

- centralkę sterującą wtryskiem i czasem zapłonu;
- cewkę zapłonową z modułem wzmacnienia;
- rozdzielacz zapłonu;
- świece zapłonowe;
- przewody zapłonowe.

Informacje wejściowe do sterowania zapłonem stanowią:

- sygnały główne: prędkość obrotowa i obciążenie silnika;
- sygnały korekcyjne: sygnał spalania stukowego, temperatura zasysanego powietrza, temperatura cieczy chłodzącej, sygnał z czujnika położenia przepustnicy, stan naładowania akumulatora.

Funkcje wykonawcze stanowią:

- regulowanie chwili zapłonu
- stabilizacja prędkości obrotowej biegu jałowego;
- obliczanie analogu kąta zwarcia;
- selektywna regulacja spalania stukowego.

Na podstawie danych o warunkach pracy silnika w układzie zapłonowym występuje optymalne wyprzedzenie zapłonu dobierane przez elektroniczne urządzenie sterujące, wykorzystujące do sterowania program zapisany w pamięci.

Zespół wtryskowy. Jest on częścią wielopunktowego układu wtrysku paliwa i składa się z przewodu rozdzielczego paliwa z wtryskiwaczami oraz regulatora ciśnienia paliwa i regulatora prędkości biegu jałowego.

Przewód rozdzielczy paliwa i wtryskiwacze stanowią komplet montażowy. Wtryskiwacze sterowane są impulsami elektrycznymi wysyłanymi z centrali. Paliwo wtryskiwane jest do kanału wtryskowego i razem z zasysanym powietrzem dostaje się do komory spalania odpowiedniego cylindra.

Wyłączanie wtrysku przy niektórych stanach pracy silnika. Do wyłączenia wtrysku dochodzi podczas hamowania silnikiem oraz ograniczania prędkości obrotowej silnika.

Podczas hamowania silnikiem wyłączenie wtrysku trwa aż do chwili w której prędkość obrotowa silnika będzie odpowiadała prędkości obrotowej biegu jałowego, jeżeli:

- przepustnica jest zamknięta;
- temperatura cieczy chłodzącej jest optymalna;
- prędkość obrotowa silnika przekracza dwukrotnie wartość 2100 obr/min.

W ten sposób zapobiega się zalaniu silnika paliwem przy zamkniętej przepustnicy.

W celu niedopuszczenia do przekroczenia maksymalnej prędkości obrotowej silnika gdy jego prędkość obrotowa przekroczy 5000 obr/min centrala odcina pierwszy wtryskiwacz, a gdy prędkość osiągnie 6000 obr/min pozostałe.