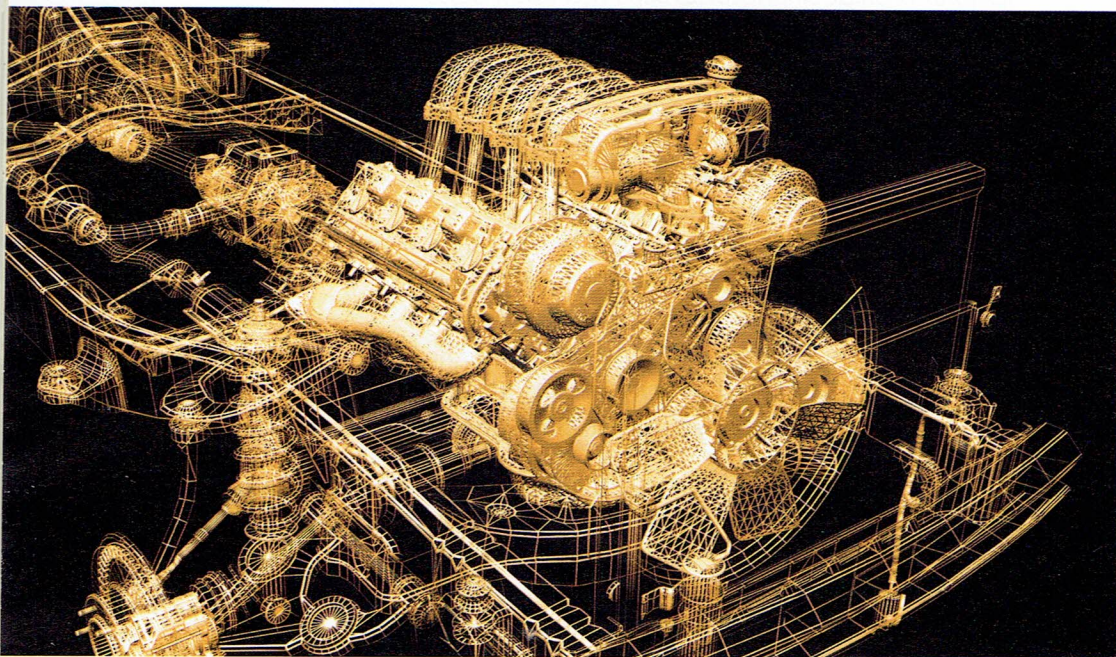


# 16

## Mechaniczne elementy układów zasilania silników ZI oraz ZS



### PO OPANOWANIU TREŚCI TEGO ROZDZIAŁU BĘDZIESZ UMIEĆ:

- opisać, z jakich elementów składają się układy zasilania silników ZI i ZS
- opisać podstawowe czynności naprawcze elementów mechanicznych układów zasilania silników ZI i ZS
- opisać sposób sprawdzania poprawności działania elementów układu zasilania silników ZI i ZS

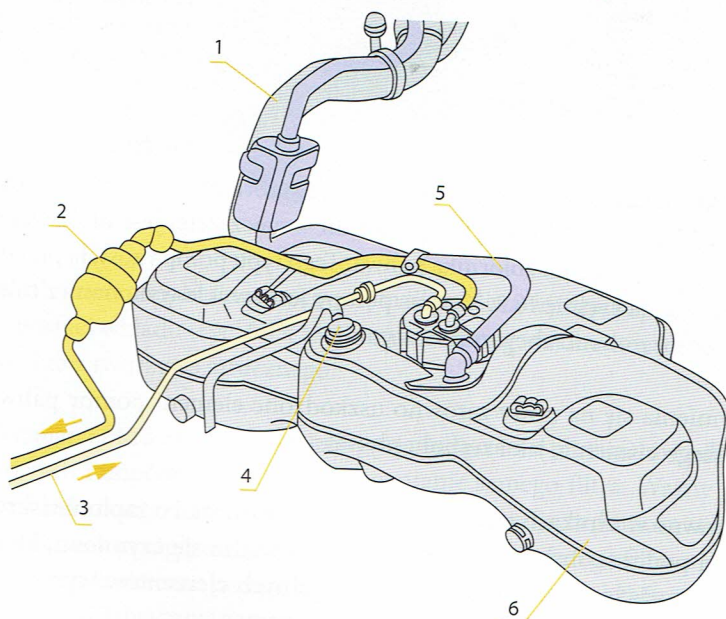


Współczesne układy zasilania silników spalinowych o zapłonie samoczynnym oraz o zapłonie iskrowym składają się wyłącznie z elementów elektronicznych i mechatronicznych, a ich praca jest sterowana i nadzorowana przez sterownik silnika, który dodatkowo w silnikach o zapłonie iskrowym steruje pracą układu zapłonowego.

Z założenia współczesne układy zasilania silników spalinowych w paliwo są układami całkowicie bezobsługowymi. Użytkownik nie ma obowiązku, a nawet możliwości przeprowadzenia jakiegokolwiek regulacji związanej z działaniem układu zasilania.

W silnikach o zapłonie samoczynnym zrezygnowano już z takich rozwiązań, jak mechaniczne rzędowe pompy wtryskowe i mechaniczne pompy rozdzielcze. Obecnie rozwijana jest tylko technologia związana z układami zasobnikowymi Common Rail. W układach zasilania silników o zapłonie samoczynnym stosuje się jedynie wielopunktowy, sekwencyjny wtrysk paliwa, którego możliwości rozwoju zostały już najprawdopodobniej wyczerpane; wciąż rozwijane są natomiast układy wtrysku bezpośredniego.

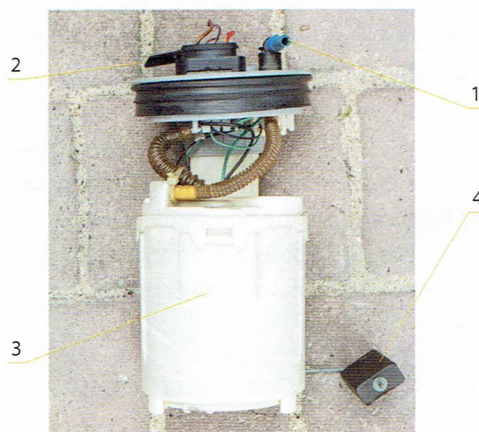
W obu rodzajach pojazdów: z zapłonem samoczynnym i iskrowym, zbiornik paliwa (ryc. 16.1) jest umieszczony pod podwoziem pojazdu. Ze względów bezpieczeństwa zbiorniki paliwa montuje się najczęściej przed tylną osią i wykonuje się je z tworzywa sztucznego.



**Ryc. 16.1.** Zbiornik paliwa z osprzętem; 1 – wlew paliwa, 2 – filtr paliwa, 3 – przewód nadmiarowy, 4 – zawór odpowietrzający, 5 – przewód odpowietrzający, 6 – zbiornik paliwa

W zbiornikach wykonanych z tłoczonych blach stalowych, a także z tworzywa sztucznego uszkodzony element wymienia się na nowy. Zależnie od rozwiązania demontaż zbiornika paliwa może wymagać demontażu niektórych elementów tylnej osi pojazdu.

W zbiorniku paliwa znajduje się pompa paliwa niskiego ciśnienia, której zadaniem jest przetłoczenie paliwa ze zbiornika do elementów układu zasilania. Zależnie od rozwiązania paliwo przepompowane ze zbiornika trafia do regulatora ciśnienia lub do pompy wysokiego ciśnienia. W zbiorniku paliwa znajduje się też tzw. pływak (ryc. 16.2), który wysyła sygnał do wskaźnika paliwa informujący o poziomie paliwa w zbiorniku. Zarówno pozycja pompy paliwa, jak i pływaka może być ustalona w jednej obudowie. Dostęp do zestawu pompy paliwa i pływaka możliwy jest np. z poziomu podłogi bagażnika (rzadko spotykane rozwiązanie we współczesnych pojazdach) lub po zdemontowaniu zbiornika paliwa.



**Ryc. 16.2.** Zespół pompy paliwa z pływakiem;  
1 – wtyczka zasilająca,  
2 – odpływ paliwa,  
3 – obudowa pompy paliwa, 4 – pływak



**Ryc. 16.3.** Indywidualna pompa paliwa

Innym rozwiązaniem jest pompa paliwa, która nie jest zamontowana w zbiorniku paliwa, tylko poza nim – najczęściej jest ulokowana w bliskim otoczeniu zbiornika paliwa. Tego typu pompa została przedstawiona na rycinie 16.3. Korpus pompy jest zwykle wykonany z tulei z przetłoczonymi fabrycznie brzegami.

Wymienia się na nowe zarówno uszkodzone element pompy paliwa niskiego ciśnienia, jak i zespołu pływaka, y.

Zarówno w silnikach o zapłonie samoczynnym, jak i o zapłonie iskrowym podczas obsługi technicznej przeprowadza się czynności, które nie są związane z naprawami poszczególnych elementów wykonawczych układu zasilania.

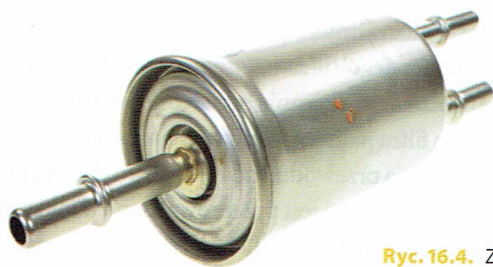


Oczywiście ze względu na różne parametry paliw używanych w silnikach ZI i ZS konstrukcja pomp poszczególnych układów zasilania jest różna.

Niezależnie od układu filtr paliwa znajduje się za wyjściem z pompy paliwa niskiego ciśnienia, a przed wtryskiwaczami benzyny lub przed pompą wysokiego ciśnienia. Zadaniem **filtra paliwa** jest wyłapywanie najmniejszych zanieczyszczeń, które mogłyby doprowadzić do zatkania precyzyjnych podzespołów wtryskowych. Filtr paliwa może się znajdować przy pompie paliwa lub, jak w niektórych silnikach wysokoprężnych, w komorze silnika. W celu zlokalizowania filtra paliwa należy zapoznać się z dokumentacją pojazdu.

Wymiana filtra paliwa należy do czynności obsługowych, które często są zaniedbywane przez użytkowników. Producent określa, po jakim okresie eksploatacji lub po jakim przebiegu filtr paliwa należy wymienić – najczęściej po 30 000 km albo 60 000 km. Gdy pojazd jest użytkowany rzadko, np. przy przebiegu rocznym mniejszym niż 10 000 km, wymianę filtra warto przeprowadzić po roku bądź dwóch latach.

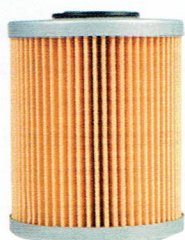
Filtry paliwa w silnikach benzynowych występują najczęściej w postaci zamkniętej puszki (ryc. 16.4), wewnątrz której znajduje się wkład wykonany z włókna lub z papieru.



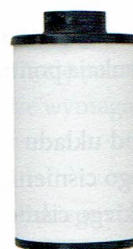
Ryc. 16.4. Zamknięty filtr paliwa

W silnikach o zapłonie samoczynnym filtr paliwa występuje przeważnie w postaci wkładu (ryc. 16.5, 16.6) umieszczonego w obudowie metalowej lub z tworzywa sztucznego.

Wymiana filtra zamkniętego polega na odłączeniu przewodów odpływowych i dopływowych oraz na wymianie samego filtra. Ważny jest kierunek montażu filtra paliwa. Producent wskazuje za pomocą strzałki kierunek przepływu paliwa. Po wymianie zamkniętego filtra paliwa może być konieczne przeprowadzenie odpowietrzania układu paliwowego, gdyż fabrycznie zamontowany filtr paliwa nie jest zalany paliwem.



Ryc. 16.5. Papierowy wkład filtra paliwa



Ryc. 16.6. Wkład filtra paliwa z włókna

Procedura odpowietrzania układu paliwowego, w którym zastosowano filtr zamknięty, zależy głównie od producenta i należy postępować według jego zaleceń. Najczęściej odpowietrzania dokonuje się przez kilkukrotne przełączenie kluczyka do pozycji zapłon (bez uruchamiania silnika), przy wypiętym wyjściu z nowego filtra niezalane paliwem. W tym czasie pompa paliwa dopompowuje do układu paliwo. Jeżeli paliwo zacznie wyciekać z filtra, to znaczy, że został on nim wypełniony i możliwe jest podłączenie przewodu paliwowego. Innym rozwiązaniem może być odpowietrzanie przez zawór odpowietrzający zamontowany na listwie paliwowej wtryskiwaczy. Niektóre układy nie wymagają przeprowadzania procedury odpowietrzania.

Wymiana filtrów paliwa występujących w postaci wkładów (najczęściej w silnikach o zapłonie samoczynnym) polega na odkręceniu pokrywy obudowy filtra, usunięciu zużytego filtra oraz zamontowaniu nowego wraz z zestawem nowych uszczelnień. Zależnie od zaleceń producenta konieczne może być ręczne zalanie filtra paliwem. Innym sposobem jest zamontowanie filtra paliwa bez wpinania przewodu, którym paliwo dociera do elementów układu zasilania. Ta procedura jest przeprowadzana w taki sam sposób jak w filtrach zamkniętych. Jeżeli producent nie wymaga wykonania wymienionych czynności, należy zakręcić pokrywę filtra oraz uruchomić silnik.

## 16.1. Diagnostowanie oraz ocena działania systemów układu zasilania silników spalinowych

Nieprawidłowe działanie poszczególnych elementów układów zasilania jest sygnalizowane wieloma objawami. Najczęstsze to:

- trudność z uruchomieniem silnika,
- spadek mocy przy jednoczesnym zwiększeniu spalania paliwa,



- nierównomierna praca silnika,
- dym wydobywający się z układu wylotowego (głównie w silnikach ZS).

Współczesne systemy zasilania silników spalinowych są bardzo rozbudowane, przede wszystkim pod względem elektronicznym. Do diagnozowania oraz oceny funkcjonowania poszczególnych elementów układów zasilania służy **system diagnostyki pokładowej OBD**. Został on wprowadzony w celu diagnozowania wszystkich elementów sterujących pracą silnika odpowiedzialnych za utrzymywanie emisji szkodliwych substancji spalin na określonym poziomie. Gdy emisja substancji toksycznych spalin zwiększy się o 50%, na zestawie wskaźników deski rozdzielczej włączana jest kontrolka MIL.

Jedynie dzięki diagnostyce z użyciem odpowiedniego interfejsu diagnostycznego możemy stwierdzić, jaki element lub jaki układ jest przyczyną nieprawidłowego działania silnika. W pamięci sterownika mogą być również przechowywane informacje o warunkach, w jakich doszło do powstania błędu. Określenie, który element generuje problemy związane z zarejestrowanymi nieprawidłowościami, nie gwarantuje, że np. po jego wymianie silnik zacznie działać prawidłowo. Nieprawidłowe działanie danego elementu może być spowodowane nieprawidłowymi sygnałami wejściowymi, na podstawie których diagnozowany element działa. Dlatego ważna jest znajomość wartości charakterystycznych parametrów rejestrowanych np. przez czujniki lub inne elementy układu zasilania. Dane regulacyjne oraz ewentualne przebiegi czasowe są podawane przez producentów pojazdów lub niezależne firmy zajmujące się dostarczaniem materiałów informacyjnych i danych regulacyjnych dla diagnostów.

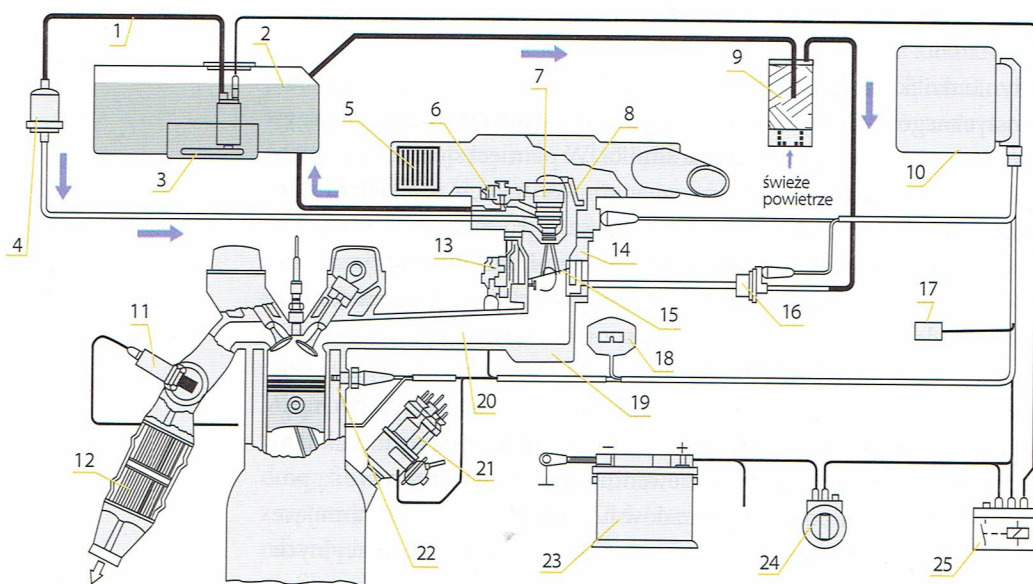
## 16.2. Naprawa elementów układu zasilania silników ZI

We współczesnych pojazdach samochodowych stosuje się układy wtryskowe, których pierwsze generacje są już uznawane za przestarzałe. Jednak ze względu na specyfikę polskiego rynku motoryzacyjnego, gdzie średni wiek pojazdów przekracza 10 lat, należy się przyjrzeć strukturze również układów starszej generacji.

Do rozwoju systemów zasilania przyczyniła się firma BOSCH, która opracowywała kolejne generacje układów zasilania. W czasie rozwoju układów wtryskowych, w latach 80. ubiegłego wieku, wśród drogich

pojazdów klasy premium popularne były układy zasilania oparte na wtrysku mechanicznym K Jetronic oraz KE Jetronic. Układy te stanowiły punkt wyjścia podczas projektowania późniejszych, elektronicznie sterowanych układów wtryskowych.

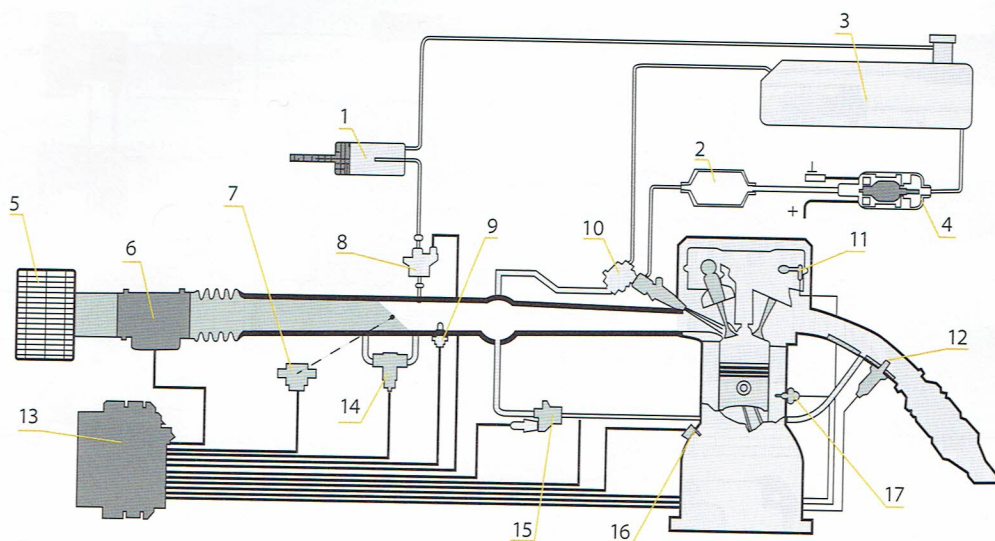
W latach 1989–1995 w popularnych pojazdach był stosowany elektronicznie sterowany układ wtrysku jednopunktowego (ryc. 16.7). Pracę całego układu nadzorował cyfrowy sterownik elektroniczny, a wszystkie cylindry były zaopatrywane w paliwo przez jeden wtryskiwacz centralny.



**Ryc. 16.7.** Układ zasilania z wtryskiem jednopunktowym; 1 – przewód ciśnieniowy, 2 – zbiornik paliwa, 3 – smok paliwa z filtrem siatkowym, 4 – filtr paliwa, 5 – filtr powietrza, 6 – regulator ciśnienia, 7 – wtryskiwacz, 8 – czujnik temperatury powietrza, 9 – zbiornik filtra z węglem aktywnym, 10 – sterownik elektroniczny, 11 – sonda Lambda, 12 – katalizacyjny dopalacz spalin, 13 – regulator położenia przepustnicy, 14 – urządzenie wtryskowe, 15 – przepustnica, 16 – zawór regeneracji filtra z węglem aktywnym, 17 – gniazdo diagnostyczne, 18 – potencjometr położenia przepustnicy, 19 – podgrzewanie kolektora dolotowego, 20 – kolektor dolotowy, 21 – czujnik prędkości obrotowej, 22 – czujnik temperatury silnika, 23 – akumulator, 24 – włącznik zapłonu, 25 – przełącznik

Kolejnym krokiem było zastosowanie układu pośredniego wtrysku wielopunktowego (ryc. 16.8), w którym każdy cylinder był obsługiwany za pośrednictwem indywidualnego wtryskiwacza. Wtrysk paliwa odbywał się do kolektora dolotowego.





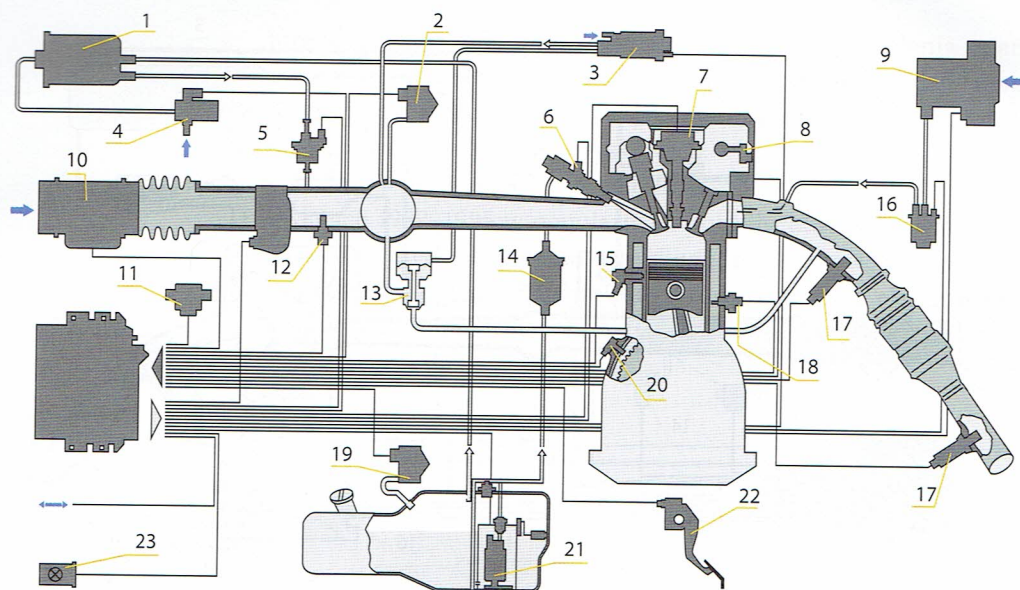
**Ryc. 16.8.** Układ zasilania z wtryskiem wielopunktowym LH Jetronic; 1 – pojemnik z węglem aktywnym, 2 – filtr paliwa, 3 – zbiornik paliwa, 4 – elektryczna pompa paliwa, 5 – filtr powietrza, 6 – przepływomierz masy powietrza, 7 – potencjometr położenia przepustnicy, 8 – zawór odpowietrzania zbiornika paliwa, 9 – czujnik temperatury powietrza dolotowego, 10 – regulator ciśnienia, 11 – znacznik położenia wału korbowego, 12 – sonda Lambda, 13 – sterownik elektroniczny, 14 – regulator prędkości biegu jałowego, 15 – zawór układu powrotu spalin, 16 – czujnik prędkości obrotowej silnika, 17 – czujnik temperatury silnika

Układ przedstawiony na rycinie 16.8 jest wyposażony w przepustnicę sterowaną mechanicznie, której pozycja w danej chwili jest określana przez czujnik położenia przepustnicy. Przepustnica w takim układzie może być sterowana mechanicznie lub może być w niej zamontowany dodatkowy nastawnik kłapy przepustnicy, który np. ogranicza moment obrotowy silnika w ramach działania układu regulacji dynamiki jazdy. Za powrót obrotów silnika do prędkości obrotowej biegu jałowego, a także za utrzymanie tej prędkości obrotowej odpowiada zwykle tzw. **silnik krokowy**.

Rozwinięcie układu LH Jetronic polegało na użyciu układu zasilania ME Motronic. Różnił się on przede wszystkim tym, że zastosowano w nim przepustnicę sterowaną elektronicznie. Dzięki temu można było zrezygnować z takich elementów, jak czujnik położenia przepustnicy oraz silnik krokowy. Układ ME Motronic zaprezentowano na rycinie 16.9.

Obecnie rozwijaną technologią w układach zasilania silników ZI jest wielopunktowy, bezpośredni wtrysk paliwa do cylindra. Schemat takiego rozwiązania przedstawiono na rycinie 16.10.





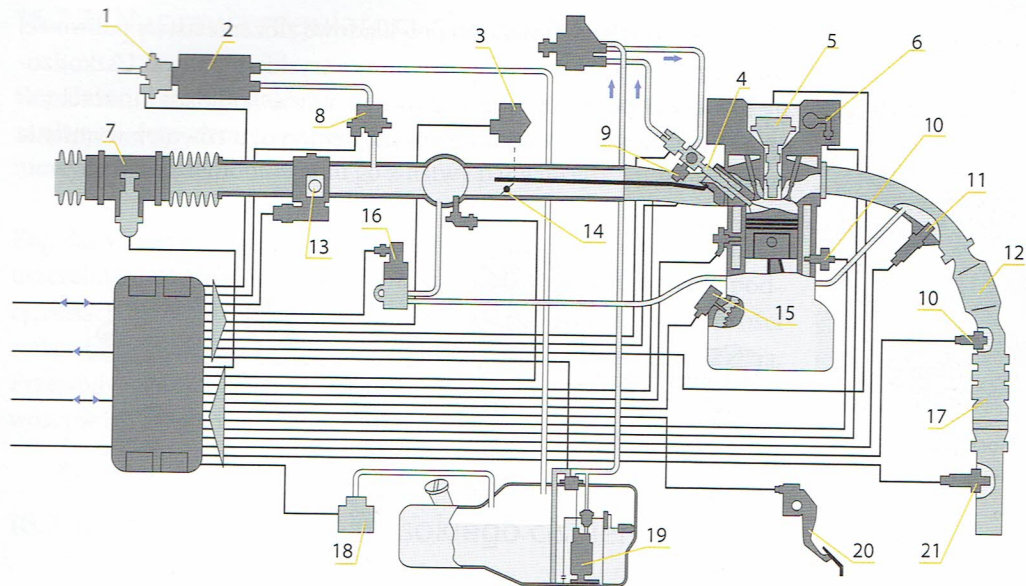
**Ryc. 16.9.** Układ zasilania z wtryskiem wielopunktowym ME Motronic; 1 – pojemnik z węglem aktywnym, 2 – czujnik ciśnienia w kolektorze dolotowym, 3 – regulator ciśnienia, 4 – zawór odcinający, 5 – zawór odpowietrzania zbiornika paliwa, 6 – wtryskiwacz, 7 – cewka zapłonowa, 8 – znacznik położenia wału korbowego, 9 – wtórna pompa powietrza, 10 – przepływomierz masy powietrza, 11 – potencjometr położenia przepustnicy, 12 – czujnik temperatury powietrza, 13 – zawór powrotu spalin, 14 – filtr paliwa, 15 – czujnik spalania stukowego, 16 – wtórny zawór powietrza, 17 – sonda Lambda, 18 – czujnik temperatury, 19 – czujnik różnicowy ciśnienia, 20 – czujnik prędkości obrotowej, 21 – elektryczna pompa paliwa, 22 – moduł pedału przyspieszenia, 23 – lampka kontrolna

Jak widać na rycinach 16.7–16.10, kolejne układy zasilania stanowią rozwinięcie konstrukcji wcześniejszych. Polega to na dodawaniu nowych elementów osprzętu elektronicznego, których zadaniem jest dostarczenie jak najwięcej niezbędnych informacji do sterownika w celu zoptymalizowania dawki paliwa.

Niezależnie od generacji układu zasilania, naprawa poszczególnych elementów polega na ich wymianie na nowe. Zużyciu ulegają zazwyczaj wszelkiego rodzaju czujniki.

Do elementów mechanicznych, lecz najczęściej ze sterowaniem elektronicznym, układu zasilania silników spalinowych ZI zalicza się:

- wtryskiwacze, zwykle elektromagnetyczne,
- regulatory ciśnienia paliwa,
- pompy paliwa niskiego i wysokiego ciśnienia (układy zasilania z wtryskiem bezpośrednim),



**Ryc. 16.10.** Układ zasilania z bezpośrednim wielopunktowym wtryskiem paliwa MED Motronic; 1 – zawór odcinający, 2 – pojemnik z węglem aktywnym, 3 – zawór przesłony kolektora dolotowego, 4 – wtryskiwacz, 5 – cewka zapłonowa, 6 – znacznik położenia wału korbowego, 7 – przepływomierz masy powietrza z czujnikiem temperatury, 8 – zawór odpowietrzania zbiornika paliwa, 9 – czujnik ciśnienia paliwa, 10 – czujnik temperatury, 11 – sonda Lambda, 12 – katalizator wstępny, 13 – regulacja położenia przepustnicy (E-gaz), 14 – ruchoma przegroda kolektora dolotowego, 15 – czujnik prędkości obrotowej, 16 – zawór powrotny spalin (EGR), 17 – katalizator  $\text{NO}_x$ , 18 – czujnik ciśnienia różnicowy, 19 – moduł paliwowy poprzedzony pompą wstępną, 20 – pedał przyspieszenia, 21 – sonda Lambda z czujnikiem  $\text{NO}_x$

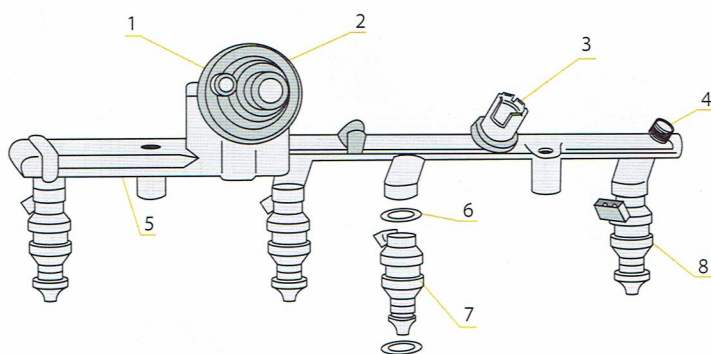
- akumulatory ciśnienia paliwa i zawór regulacji ciśnienia,
- silniki krokowe,
- przepustnice sterowane mechanicznie.

### 16.2.1. Naprawa wtryskiwaczy paliwa

Uszkodzone wtryskiwacze silników benzynowych najczęściej wymienia się na nowe. Ich demontaż zależy od rozwiązania konstrukcyjnego. Przy wtrysku pośrednim demontaż przeprowadza się po odłączeniu przewodów paliwowych listwy wtryskiwaczy, po czym poszczególne wtryskiwacze wykręca się razem z listwą. Wtryskiwacze bezpośrednio umieszczone w cylindrach (bezpośredni wtrysk paliwa) należy wykręcić z ich gniazd w głowicy silnika. Wówczas demontaż możliwy jest zwykle dopiero po zdemontowaniu listwy paliwowej.



Na rycinie 16.11 przedstawiono przykładowe złożenie listwy paliwowej silnika z wielopunktowym, pośrednim wtryskiem paliwa. Uszkodzoną listwę, np. pękniętą, wymienia się na nową. Podkładki uszczelniające wtryskiwaczy po każdorazowym demontażu również wymienia się na nowe.



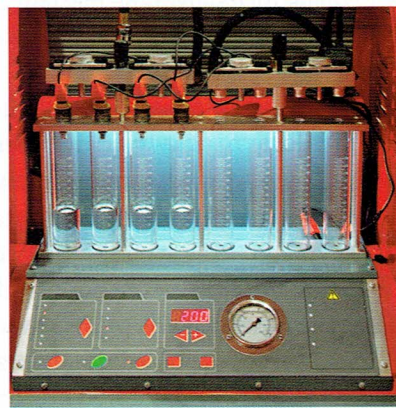
**Ryc. 16.11.** Listwa wtryskowa wraz z wtryskiwaczami paliwa; 1 – przyłącze przewodu podciśnieniowego, 2 – regulator ciśnienia paliwa, 3 – czujnik temperatury paliwa, 4 – gniazdo przewodu paliwowego, 5 – akumulator ciśnienia paliwa, 6 – podkładka uszczelniająca, 7 – wtryskiwacz paliwa, 8 – wtyczka zasilająca wtryskiwacz

Niektórzy producenci zalecają, jako czynność naprawczą, czyszczenie wtryskiwaczy za pomocą specjalnych środków czyszczących występujących w postaci dodatku do paliwa.

Na rynku specjalistycznego sprzętu warsztatowego istnieją maszyny (ryc. 16.12, 16.13), które umożliwiają zbadanie wydajności wtryskiwaczy, obserwację kształtu strugi wtryskiwanego paliwa i przeprowadzenie czyszczenia ultradźwiękowego.



**Ryc. 16.12.** Urządzenie do testowania i czyszczenia wtryskiwaczy



**Ryc. 16.13.** Urządzenie do testowania wtryskiwaczy

### 16.2.2. Naprawa regulatora ciśnienia paliwa

**Regulator ciśnienia paliwa** (ryc. 16.14) jest zamontowany przy listwie zasilającej. Jego demontaż polega na odpięciu przewodów podciśnieniowych oraz zdemontowaniu go z listwy paliwowej.

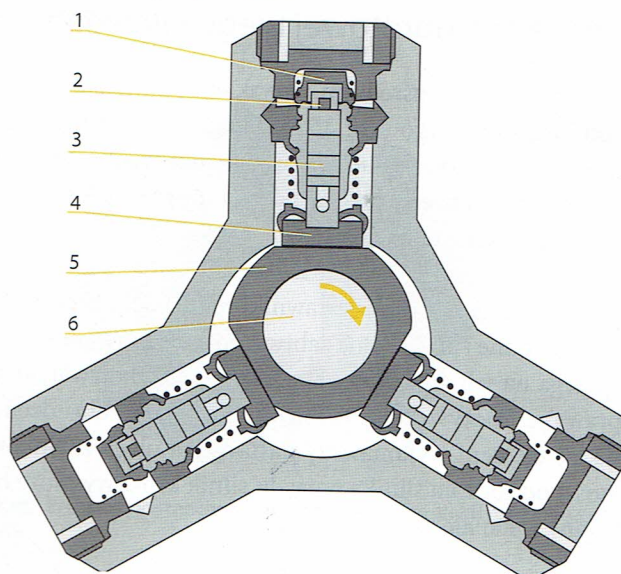
Regulatory wymienia się na nowe wraz z zestawem ewentualnych uszczelnień. Warto zwrócić uwagę na stan przewodów gumowych podłączonych do regulatora. Przewody te często parcieją i ich właściwości związane z elastycznością oraz wytrzymałością znacznie się pogarszają. Przewody należy wymienić, jeśli tylko zostaną zauważone nieprawidłowości w ich wyglądzie lub właściwościach.



**Ryc. 16.14.** Przykładowy regulator ciśnienia paliwa

### 16.2.3. Naprawa pomp wysokiego ciśnienia, akumulatora ciśnienia oraz zaworu regulacji ciśnienia

Pompy wysokiego ciśnienia w układzie zasilania z bezpośrednim wtryskiem paliwa najczęściej występują w postaci trzycylindrowej pompy wysokociśnieniowej (ryc. 16.15).



**Ryc. 16.15.** Trzycylindrowa pompa wysokiego ciśnienia; 1 – zawór wylotowy, 2 – zawór dolotowy 3 – zespół pompujący z tłokiem, 4 – ślizgacz, 5 – popychacz pierścieniowy, 6 – mimośród

Pompy wysokiego ciśnienia najczęściej wymienia się na nowe, ponieważ producent zwykle nie przewiduje ich naprawy, a tym samym nie dostarcza informacji na temat technologii naprawy. Jeżeli natomiast naprawa jest dozwolona, to przeważnie polega na rozbiórce pompy,



oczyszczeniu wszystkich elementów z zanieczyszczeń oraz weryfikacji ich stanu (sprawdzenie wymiarów i stanu elementów). Dalszym krokiem jest wymiana wszystkich elementów zalecanych przez producenta przy każdorazowym demontażu (najczęściej uszczelki i podkładki), a także wymiana uszkodzonych elementów. Takie naprawy należy przeprowadzać wyłącznie z użyciem fabrycznych części zamiennych. Podczas montażu pompy należy postępować zgodnie z zaleceniami producenta.

Paliwo pod ciśnieniem wytworzonym przez pompę wysokiego ciśnienia trafia bezpośrednio do akumulatora ciśnienia, który z kolei dostarcza je do wtryskiwaczy. Akumulatora ciśnienia nie należy naprawiać, więc w razie uszkodzenia wymienia się go na nowy.

W razie wytworzenia zbyt dużego ciśnienia w układzie paliwowym stosuje się zawory regulacji ciśnienia, które są odpowiedzialne za odprowadzenie nadmiaru paliwa do zbiornika paliwa. Zawór ten najczęściej występuje w postaci elementu elektromagnetycznego. Uszkodzony zawór wymienia się na nowy.

#### 16.2.4. Naprawa nastawników prędkości obrotowej biegu jałowego

W układach zasilania z pośrednim wtryskiem paliwa stosuje się tzw. **nastawniki biegu jałowego** (ryc. 16.6). Elementy te, zwykle są to silniki krokowe, odpowiadają za utrzymanie prędkości obrotowej silnika na biegu jałowym, a także za płynny powrót obrotów silnika po zwolnieniu pedału przyspieszenia.



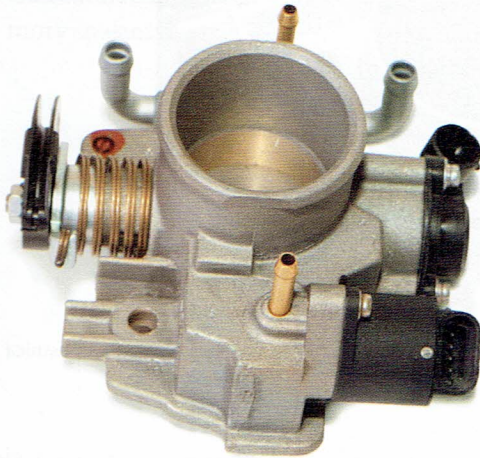
Ryc. 16.16. Nastawnik prędkości biegu jałowego

Ze względu na swoją budowę nastawniki prędkości obrotowej biegu jałowego są zawodne i podatne na zabrudzenia. Naprawa silników krokowych polega na ich wymianie. Doraźnym i krótkotrwałym sposobem naprawy jest oczyszczenie silnika krokowego z zabrudzeń, które powodują, że element wykonawczy nastawnika ulega zablokowaniu. W zależności od rodzaju silnika pojazdu silnik krokowy może być np. zamontowany w kanale przy przepustnicy.

#### 16.2.5. Naprawa przepustnic

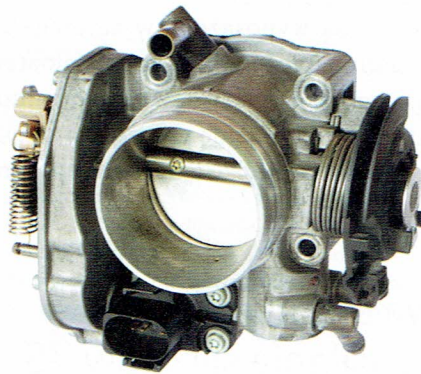
W silnikach pojazdów osobowych z wtryskiem paliwa wyróżnia się trzy rodzaje przepustnic.

W przepustnicy całkowicie mechanicznej z czujnikiem wychylenia kłapy (ryc. 16.17) występuje bezpośrednie połączenie mechaniczne za pośrednictwem cięgna pedału przyspieszenia oraz kłapy przepustnicy.



**Ryc. 16.17.** Przepustnica mechaniczna z czujnikiem położenia

Kolejnym rozwiązaniem jest przepustnica, która również sterowana jest bezpośrednio za pośrednictwem cięgna, lecz dodatkowo wyposażona jest w nastawnik w postaci silnika elektrycznego i zespołu przekładni (najczęściej ślimakowej) – (ryc. 16.18). W celu ograniczenia momentu obrotowego silnika i uniknięcia poślizgu kół napędzanych nastawnik zmniejsza wychylenie kłapy przepustnicy.



**Ryc. 16.18.** Przepustnica mechaniczna z nastawnikiem elektrycznym i czujnikiem położenia

Ostatnim rozwiązaniem konstrukcyjnym, stosowanym np. w układach ME Motronic oraz MED Motronic, jest przepustnica elektryczna, w której nie ma bezpośredniego połączenia między pedałem przyspieszenia a kłapą.





**Ryc. 16.19.** Przepustnica elektryczna

Uszkodzoną przepustnicę, niezależnie od rodzaju, wymienia się na nową. Do czynności obsługowych należy czyszczenie. Zwykle jest to możliwe bez jej rozbierania (niekiedy demontaż poszczególnych części przepustnicy jest niewskazany). Powierzchnię przepustnicy oraz ewentualnych kanałów obiegowych można wyczyścić np. benzyną ekstrakcyjną. Dodatkowo można wykorzystać nadmuch sprężonego powietrza.

Przepustnice elektryczne są wyposażone w autoregulację, która jest przeprowadzana automatycznie podczas eksploatacji. Z tego względu, po wyczyszczeniu przepustnicy lub po zamontowaniu nowej, konieczne jest przeprowadzenie procesu jej adaptacji. Adaptacja może być przeprowadzona tylko z użyciem oprogramowania diagnostycznego.

### **16.3.** Naprawa elementów układu zasilania silników ZS

Podobnie jak nowoczesne silniki o zapłonie iskrowym, większość zespołów i podzespołów silników o zapłonie samoczynnym działa na podstawie sygnałów rejestrowanych przez zespół czujników elektrycznych. W odróżnieniu od klasycznych układów zasilania, wykorzystujących np. mechaniczne pompy rzędowe lub mechaniczne pompy rozdzielaczowe, współczesne silniki są wyposażone w elementy sterowane wyłącznie elektronicznie.