



MINISTERSTWO EDUKACJI  
NARODOWEJ



**Adam Sabiniok**

## **Wykonywanie montażu i demontażu układów zasilania silników z zapłonem iskrowym 723[04].Z1.04**

**Poradnik dla ucznia**

**Wydawca**  
**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy**  
**Radom 2007**

**Recenzenci:**

mgr Leszek Ludwikowski  
mgr inż. Jan Kania

**Opracowanie redakcyjne:**

mgr inż. Adam Sabiniok

**Konsultacja:**

mgr inż. Gabriela Poloczek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 723[04].Z1.04 Wykonywanie montażu i demontażu układów zasilania silników z zapłonem iskrowym, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu mechanik pojazdów samochodowych.

**Wydawca**

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

---

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

# SPIS TREŚCI

<b>1. Wprowadzenie</b>	3
<b>2. Wymagania wstępne</b>	5
<b>3. Cele kształcenia</b>	6
<b>4. Materiał nauczania</b>	7
<b>4.1. Gaźnikowe układy zasilania</b>	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	16
4.1.3. Ćwiczenia	17
4.1.4. Sprawdzian postępów	19
<b>4.2. Jednopunktowe układy wtryskowe</b>	20
4.2.1. Materiał nauczania	20
4.2.2. Pytania sprawdzające	26
4.2.3. Ćwiczenia	26
4.2.4. Sprawdzian postępów	28
<b>4.3. Wielopunktowe układy wtryskowe</b>	29
4.3.1. Materiał nauczania	29
4.3.2. Pytania sprawdzające	34
4.3.3. Ćwiczenia	34
4.3.4. Sprawdzian postępów	36
<b>5. Sprawdzian osiągnięć</b>	37
<b>6. Literatura</b>	42

# 1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w nabywaniu umiejętności z zakresu wykonywania montażu i demontażu układów zasilania silników z zapłonem iskrowym.

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne – wykaz umiejętności, jakie powinieneś mieć już ukształtowane, abyś bez problemów mógł korzystać z poradnika,
- cele kształcenia – wykaz umiejętności, jakie ukształtujesz podczas pracy z poradnikiem,
- materiał nauczania – podstawowe wiadomości teoretyczne niezbędne do opanowania treści jednostki modułowej,
- zestaw pytań przydatny do sprawdzenia, czy już opanowałeś treści materiału nauczania,
- ćwiczenia, które pomogą Ci zweryfikować wiadomości teoretyczne oraz ukształtować umiejętności praktyczne,
- sprawdzian postępów,
- sprawdzian osiągnięć – przykładowy zestaw zadań i pytań. Pozytywny wynik sprawdzianu potwierdzi, że dobrze pracowałeś podczas zajęć i że nabyłeś wiedzę i umiejętności z zakresu tej jednostki modułowej,
- literaturę uzupełniającą.

Z rozdziałem „Pytania sprawdzające” możesz zapoznać się:

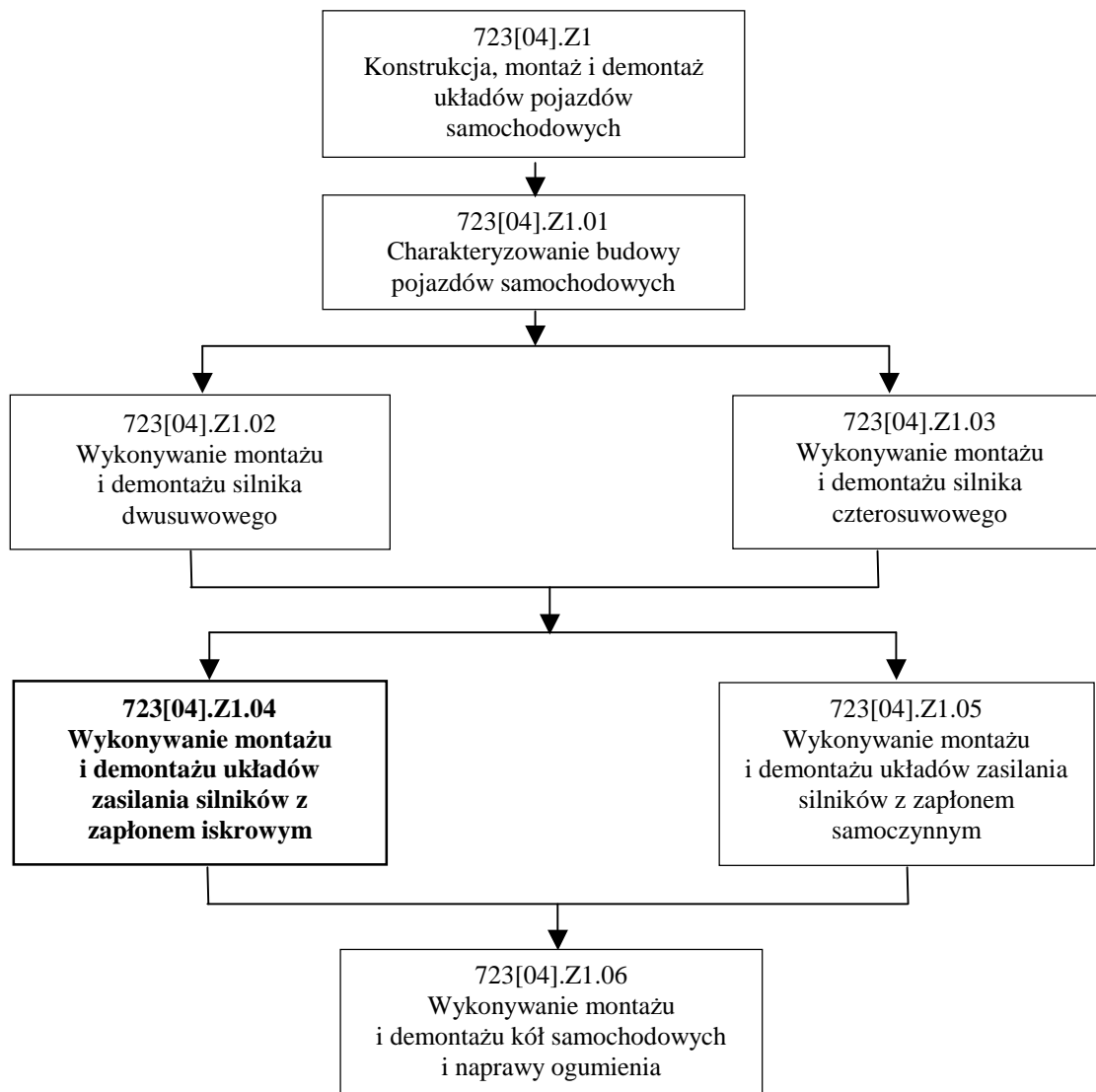
- przed przystąpieniem do rozdziału „Materiał nauczania” – poznając wymagania wynikające z zawodu, a po przyswojeniu wskazanych treści, odpowiadając na te pytania sprawdzisz stan swojej gotowości do wykonywania ćwiczeń,
- po opanowaniu rozdziału Materiał nauczania, by sprawdzić stan swojej wiedzy, która będzie Ci potrzebna do wykonywania ćwiczeń.

Kolejny etap to wykonywanie ćwiczeń, których celem jest uzupełnienie, utrwalenie wiadomości i ukształtowanie umiejętności z zakresu wykonywania montażu i demontażu układów zasilania silników z zapłonem iskrowym.

Po wykonaniu zaplanowanych ćwiczeń, sprawdź poziom swoich postępów wykonując Sprawdzian postępów.

Odpowiedzi „Nie” wskazują luki w Twojej wiedzy, informują Cię również, jakich zagadnień jeszcze dobrze nie poznałeś. Oznacza to także powrót do treści, które nie są dostatecznie opanowane.

Poznanie przez Ciebie wszystkich lub określonej części wiadomości będzie stanowiło dla nauczyciela podstawę przeprowadzenia sprawdzianu poziomu przyswojonych wiadomości i ukształtowanych umiejętności. W tym celu nauczyciel może posłużyć się zadaniami testowymi. W poradniku jest zamieszczony sprawdzian osiągnięć, który zawiera przykład takiego testu oraz instrukcję, w której omówiono tok postępowania podczas przeprowadzania sprawdzianu i przykładową kartę odpowiedzi, w której, w przeznaczonych miejscach zakresł właściwe odpowiedzi spośród zaproponowanych.



Schemat układu jednostek modułowych

## 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- wyjaśniać podstawowe prawa i zasady mechaniki technicznej, termodynamiki i elektrotechniki,
- rozróżniać części maszyn,
- rozróżniać zasadnicze zespoły samochodu,
- wykonywać demontaż i montaż silnika dwusuwowego,
- wykonywać demontaż i montaż silnika czterosuwowego,
- przestrzegać zasady bezpiecznej pracy, przewidywać zagrożenia i zapobiegać im,
- korzystać z różnych źródeł informacji,
- selekcjonować, porządkować i przechowywać informacje,
- współpracować w grupie,
- oceniać własne możliwości sprostania wymaganiom stanowiska pracy i wybranego zawodu,
- organizować stanowisko pracy zgodnie z wymogami ergonomii.

### 3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- wyjaśnić budowę oraz zasadę działania elementów układu zasilania paliwem silnika gaźnikowego,
- wyjaśnić budowę oraz zasadę działania elementów układu zasilania silnika benzynowego z centralnym wtryskiem paliwa,
- wyjaśnić budowę oraz zasadę działania elementów układu zasilania silnika benzynowego z wielopunktowym wtryskiem paliwa,
- wyjaśnić zasadę działania pompy paliwa i rozróżnić rodzaje napędu pompy,
- określić właściwości materiałów stosowanych w budowie układów zasilania silników z zapłonem iskrowym,
- zdemontować pompę paliwa,
- scharakteryzować części składowe pompy,
- określić warunki montażu i zamontować pompę paliwa,
- wyjaśnić zasadę działania gaźników,
- scharakteryzować części składowe gaźnika,
- wyjaśnić proces tworzenia mieszanki w gaźnikach,
- zdemontować układ zasilania silnika z centralnym wtryskiem paliwa i określić jego części składowe,
- zdemontować układ zasilania silnika z wielopunktowym wtryskiem paliwa i określić jego części składowe,
- zastosować przepisy bhp i ochrony ppoż. podczas wykonywania pracy.

## 4. MATERIAŁ NAUCZANIA

### 4.1. Gaźnikowe układy zasilania

#### 4.1.1. Materiał nauczania

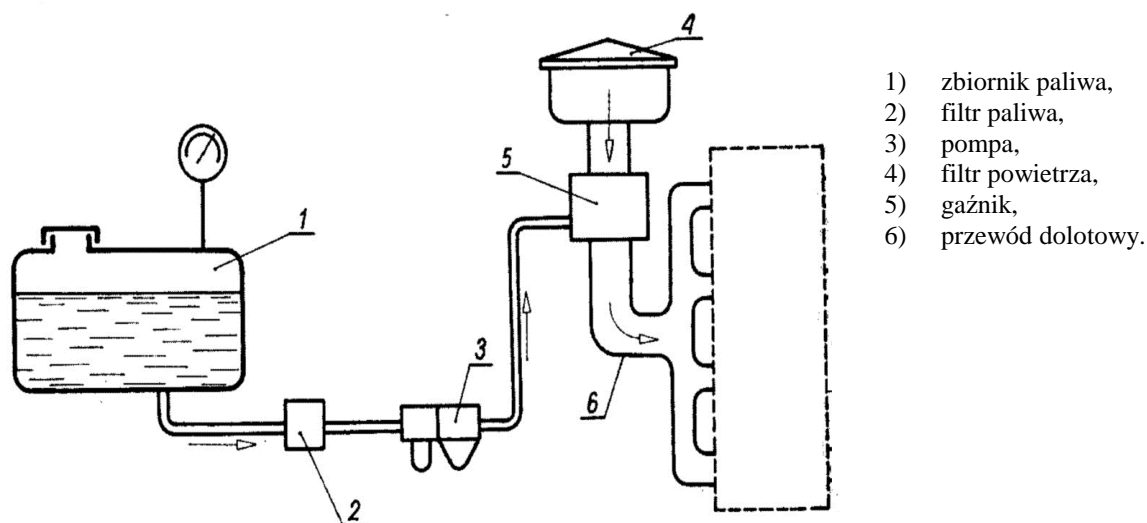
Układ zasilania jest niezbędnym wyposażeniem każdego silnika spalinowego. Służy on do przygotowywania mieszanki paliwowo-powietrznej dostarczanej do komory spalania w właściwym momencie i w proporcjach pozwalających uzyskać:

- utrzymywanie zadanej przez kierowcę prędkości obrotowej silnika, optymalne w każdym zakresie obrotów silnika ciśnienie użyteczne gazów spalinowych poruszających tłok w cylindrze,
  - minimalne jednostkowe (czyli przeliczone na jednostkę uzyskanej mocy silnika) zużycie paliwa,
  - maksymalną czystość i chemiczną neutralność spalin emitowanych do atmosfery.
- Prócz tych zadań głównych układ zasilania ma jeszcze funkcje dodatkowe, takie jak:
- ułatwienie rozruchu zimnego silnika,
  - utrzymywanie zadanej przez kierowcę prędkości obrotowej silnika,
  - ułatwienie intensywnego przyspieszenia i pokonywania okresowo zwiększonych obciążeń silnika.

Mieszanka paliwa z powietrzem może być bogata (współczynnik nadmiaru powietrza  $\lambda < 1$ ), uboga ( $\lambda > 1$ ) lub normalna ( $\lambda = 1$ ).

Rozpylenie paliwa w powietrzu może odbywać się w gaźniku, w przewodzie dolotowym silnika lub bezpośrednio w komorze spalania. Następuje ono zawsze na skutek różnicy ciśnień, powodujących wypływ paliwa. Efekty te można uzyskać dwoma sposobami:

- przez lokalne obniżenie ciśnienia zasysanego powietrza – systemy gaźnikowe,
- przez zwiększenie ciśnienia dostarczanego powietrza – systemy wtryskowe.

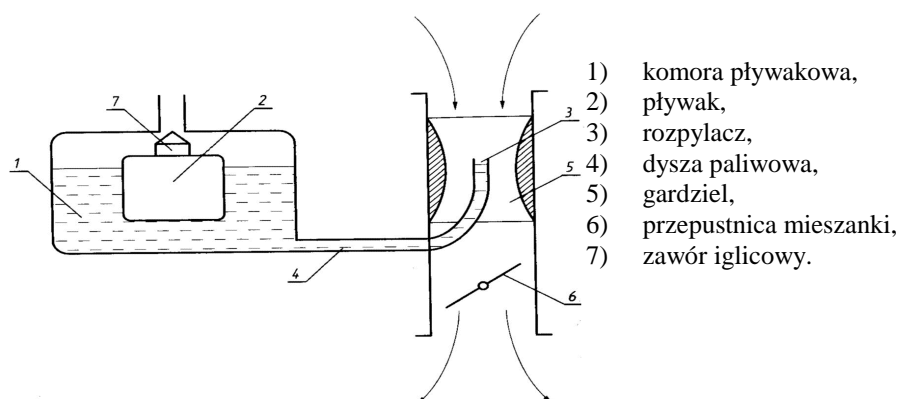


Rys. 1. Schemat układu zasilania silnika z zapłonem iskrowym [2, s. 158].

W nielicznych samochodach oraz w motocyklach nie stosuje się pompy paliwowej ponieważ zbiornik paliwa umieszczony jest powyżej gaźnika, jest to tak zwane zasilanie opadowe.



## Gaźnik elementarny



Rys. 2. Schemat elementarnego gaźnika [2, s. 160].

Gaźnik w swej elementarnej postaci jest urządzeniem bardzo prostym, gdyż składa się wyłącznie z rury doprowadzającej powietrze z filtra do silnika i poprzecznej cienkiej rurki paliwowej. Rura główna przy wlocie rurki paliwowej ma zwężony przekrój (zwany gardzielią gaźnika), dzięki czemu strumień powietrza przyspiesza w tym miejscu swój bieg. Powoduje to spadek ciśnienia w strumieniu poniżej atmosferycznego i w efekcie zassanie paliwa z rurki paliwowej. Umieszczona w głównym przelocie przepustnica pozwala regulować dopływ mieszanki paliwowo-powietrznej do cylindrów silnika.

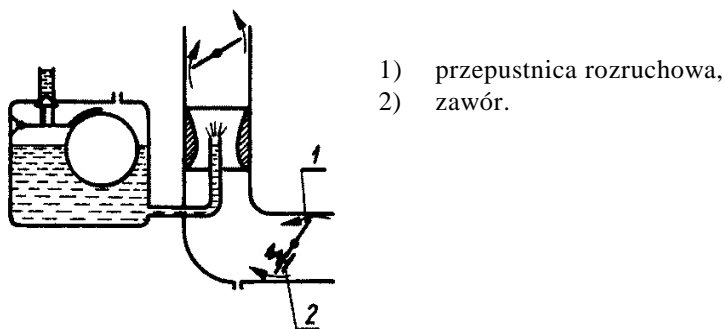
Poziom paliwa w komorze pływakowej jest utrzymywany poniżej dyszy paliwowej dzięki zaworowi iglicowemu.

Gaźnik elementarny nie jest w stanie zapewnić właściwej charakterystyki (zależności składu mieszanki od warunków pracy silnika), z tego powodu jest on wyposażony w urządzenia kompensacyjne (zubożające mieszankę w zakresie średnich obciążeń) oraz dodatkowe (na przykład: rozruchowe, biegu jałowego, wzbogacające).

Wadą gaźników jest trudność zasilania wszystkich cylindrów identyczną mieszanką, o takim samym składzie oraz o takim samym stopniu wymieszania i odparowania paliwa.

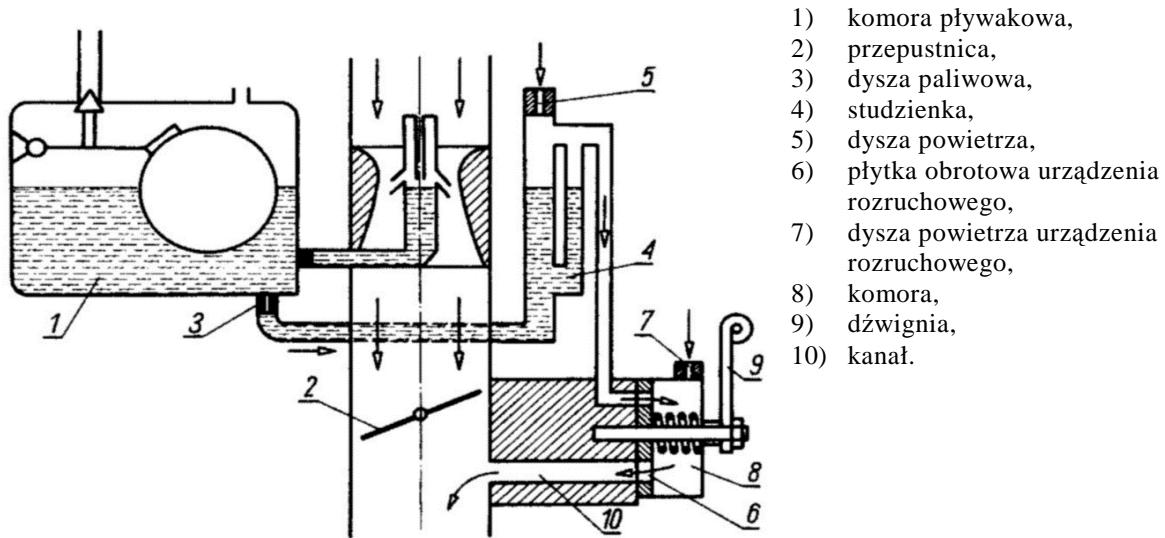
### Urządzenia rozruchowe

Podczas uruchamiania zimnego silnika potrzebna jest znacznie bogatsza mieszanka niż w innych warunkach z powodu trudności z odparowaniem paliwa. Wzbogacenie mieszanki podczas rozruchu zapewniają urządzenia rozruchowe. Najprostszym rozwiązaniem urządzenia rozruchowego jest zastosowanie dodatkowej przepustnicy powietrza przed wlotem powietrza do gaźnika sterowanej ręcznie przez kierowcę. Aby nie dopuścić do zbytniego wzbogacenia mieszanki stosuje się układy powodujące częściowe uchylenie przepustnicy po rozruchu silnika wskutek wytwarzanego podciśnienia.



Rys. 3. Schemat gaźnika z przepustnicą rozruchową [2, s. 161].

Innym rozwiązaniem jest zastosowanie dodatkowego gaźnika rozruchowego, powodującego dostarczenie mieszanki poza przepustnicą. Po rozruchu silnika w miarę zwiększania prędkości obrotowej następuje częściowe zubożenie mieszanki wskutek dławienia przepływu paliwa przez dyszę urządzenia rozruchowego.

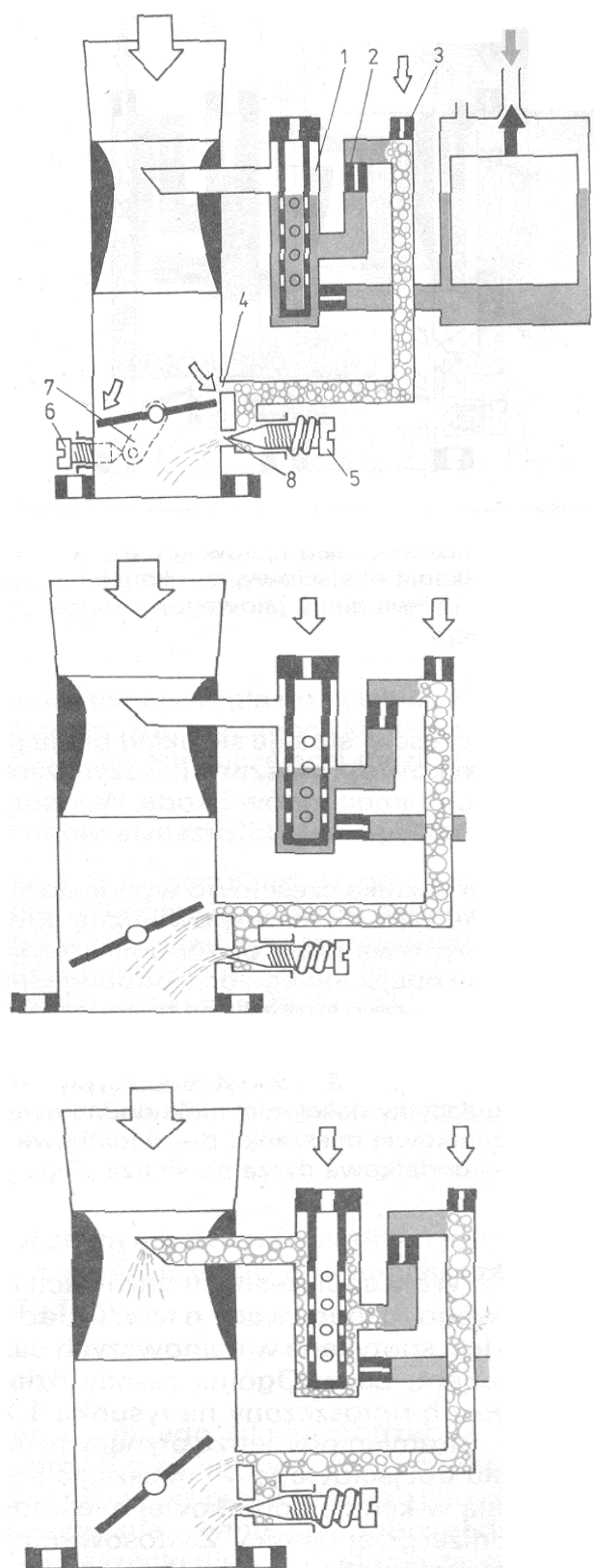


Rys. 4. Schemat gaźnika połączonego z gaźnikiem rozruchowym [2, s. 162].

W późniejszych rozwiązaniach gaźników zastosowano automatyczne urządzenia rozruchowe sterujące wzbogaceniem mieszanki w zależności od stanu cieplnego silnika.

### Urządzenia biegu jałowego

Podczas obrotów biegu jałowego powietrze przepływające przez gardziel gaźnika nie jest w stanie z powodu zbyt wolnego przepływu spowodować wypływ paliwa z rozpylacza. W tych warunkach pracuje układ biegu jałowego, który ma za zadanie wytworzyć zadawalająco bogatą mieszankę, aby zapewnić prawidłową pracę silnika na biegu jałowym w stanie nagrzanym. Przy zamkniętej przepustnicy największy przepływ powietrza występuje przy jej krawędzi, dlatego w tym miejscu umieszczono otwór wylotowy układu biegu jałowego. Stopniowe uchYLENIE przepustnicy powoduje spadek podciśnienia oraz zubożenie mieszanki, ale przepustnica odsłania jeden lub kilka otworów przejściowych. Większe otwarcie przepustnicy powoduje wzrost podciśnienia w gardzeli i wypływ paliwa z rozpylacza.

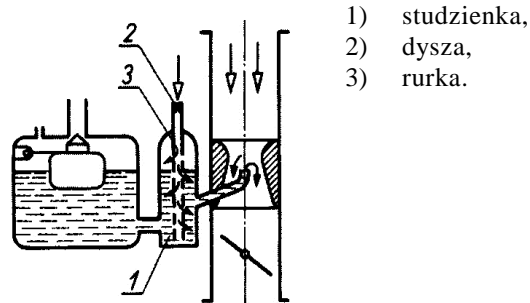


- 1) studzienka głównego układu paliwowego,
- 2) dysza paliwa biegu jałowego,
- 3) dysza powietrza biegu jałowego,
- 4) otwór przejściowy,
- 5) wkręt regulacyjny składu mieszanki,
- 6) wkręt regulacyjny ustawienia przepustnicy,
- 7) dźwignia sterowania przepustnicą,
- 8) otwór wylotowy biegu jałowego.

Rys. 5. Schemat działania układu biegu jałowego [5, s. 17].

## Urządzenia kompensacyjne

Układy kompensacyjne mają za zadanie zapewnić właściwy skład mieszanki przy różnych obciążeniach i prędkościach obrotowych silnika. Zadanie to spełnia układ z dodatkową iglicą sterowaną mechanicznie lub pneumatycznie, z dodatkowym rozpylaczem kompensacyjnym lub powietrznym hamowaniem wypływu paliwa.

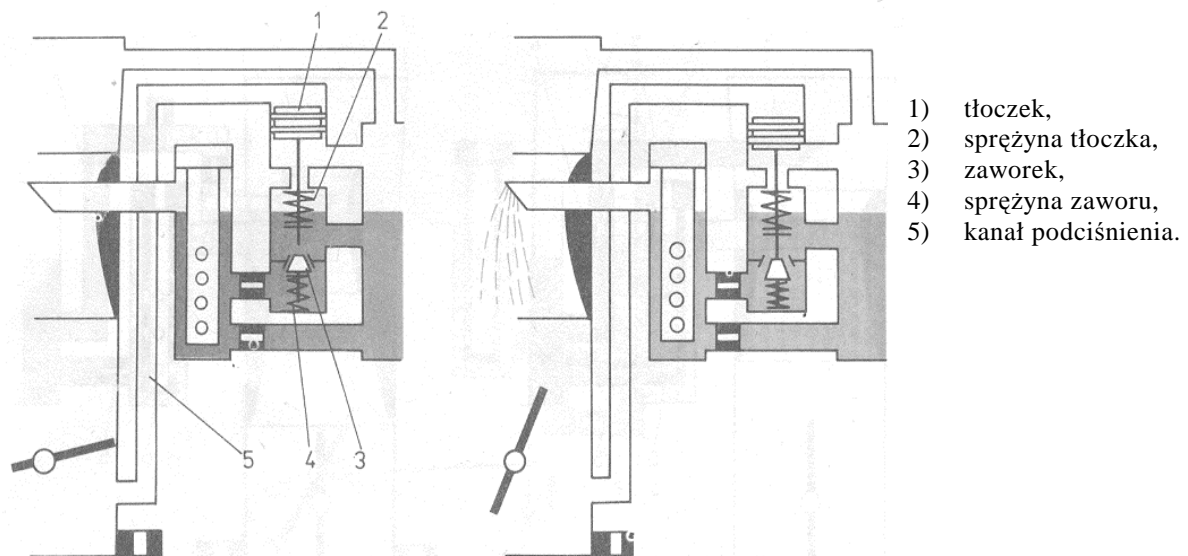


Rys. 6. Schemat układu z powietrznym hamowaniem wypływu paliwa [2, s. 164].

Ilość paliwa w studzience jest zależna od przepustowości dyszy. W miarę zmniejszania się poziomu paliwa w studzience zostają odsłaniane otwory w rurce, przez które zaczyna być zasysane powietrze, co powoduje zmniejszanie ilości podawanego paliwa.

## Urządzenia wzbogacające

Zadaniem układu wzbogacającego jest dawkowanie dodatkowych ilości paliwa do przelotu gaźnika w zakresie całkowitego lub prawie całkowitego uchylenia przepustnicy. Spotyka się układy wzbogacania sterowane mechanicznie, mechaniczno-pneumatycznie lub typu grawitacyjnego.



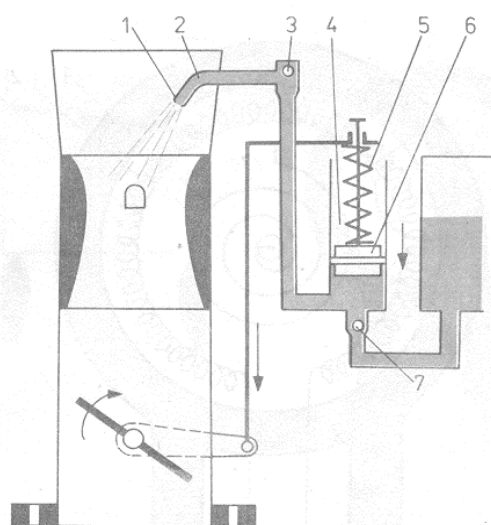
Rys. 7. Zasada działania układu wzbogacającego sterowanego mechaniczno-pneumatycznie [5, s. 30].

Jeżeli przepustnica pozostaje nieznacznie otwarta podciśnienie nie jest w stanie otworzyć zaworu, układ wzbogacający nie działa. Przy większym otwarciu przepustnicy podciśnienie działa na tłoczek powodując otwarcie zaworu umożliwiając dodatkowy wypływ paliwa do układu głównego, układ wzbogacania mieszanki jest uruchomiony.

Często układ taki jest umieszczony w pierwszym przelocie, działa on przy częściowych obciążeniach, drugi przelot gwarantuje wzbogacanie mieszanki przy większych otwarciach przepustnicy.

### Pompka przyspieszająca

Zadaniem pompki przyspieszającej jest wtrysknięcie określonej dawki paliwa do przelotu gaźnika przed gardzielą w chwili gwałtownego wciśnięcia pedału przyspieszenia, czyli wtedy, gdy następuje nagłe zubożenie mieszanki. Napęd pompki może być realizowany w sposób mechaniczny lub pneumatyczny. W zależności od sposobu tłoczenia paliwa rozróżnia się pompki przyspieszające typu tłoczkowego i przeponowego.



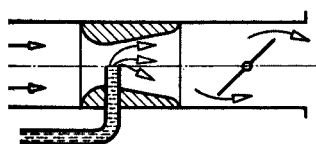
- 1) dysza wtryskiwacza,
- 2) wtryskiwacz,
- 3) zawór tłoczący,
- 4) cylinderek,
- 5) sprężyna,
- 6) tłoczek pompki,
- 7) zawór ssący.

Rys. 8. Zasada działania tłoczkowej pompki przyspieszającej [5, s. 26].

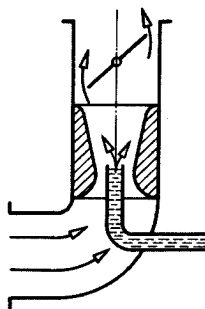
### Rodzaje gaźników

Ze względu na kierunek przepływu powietrza rozróżnia się gaźniki dolnossące (powietrze przepływa pionowo z góry na dół), bocznossące – najczęściej stosowane w motocyklach (ruch powietrza jest poziomy) oraz górnośsące (powietrze przepływa z dołu do góry) – rzadko stosowane.

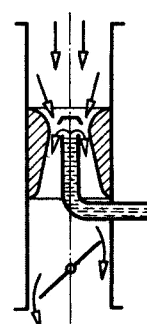
a)



b)



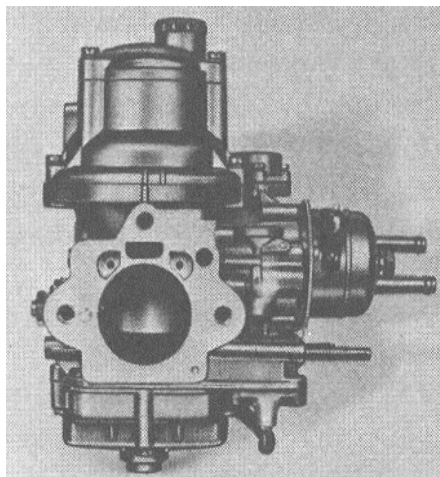
c)



Rys. 9. Zasadnicze odmiany gaźników: a) bocznossący, b) górnośsący, c) dolnossący [2, s. 165].

Ze względu na ilość gardzieli spotyka się gaźniki jednogardzielowe lub częściej wielogardzielowe. Sterowanie przepustnicą pierwszego przelotu następuje poprzez pedał przyspieszenia a drugą otwiera się wskutek podciśnienia lub cięgien sprzężonych z układem pierwszego przelotu.

Gaźniki o stałym podciśnieniu pracują przy zmiennym przekroju gardzieli oraz dyszy paliwa, której wydatek jest regulowany ruchomą iglicą. Przekrój gardzieli oraz dyszy z iglicą zależy od otwarcia przepustnicy, prędkości obrotowej silnika oraz obciążenia silnika.



**Rys. 10.** Gaźnik o stałym podciśnieniu w gardzieli [1, s. 174].

W gaźnikach zastosowano dodatkowe urządzenia takie jak: elektromagnetyczne zawory odcinające dopływ paliwa po wyłączeniu zapłonu, podgrzewanie kanałów układu biegu jałowego, odprowadzanie nadmiaru paliwa do zbiornika, odcinające wypływ mieszanki podczas hamowania silnikiem, odprowadzanie gazów ze skrzyni korbowej.

Alternatywą dla tradycyjnych gaźników i zarazem dla wtryskowych systemów zasilania silników ZI stały się gaźniki elektroniczne, działające jak zwykłe, a równocześnie dostosowane do elektronicznych systemów sterujących przebiegiem procesów spalania. Dodatkowe elementy różniące gaźnik elektroniczny od konwencjonalnego to:

- nastawnik (siłownik elektryczny) uchylenia przepustnicy,
- nastawnik (siłownik elektryczny) przepustnicy rozruchowej,
- czujnik położenia kąтового przepustnicy (potencjometr).

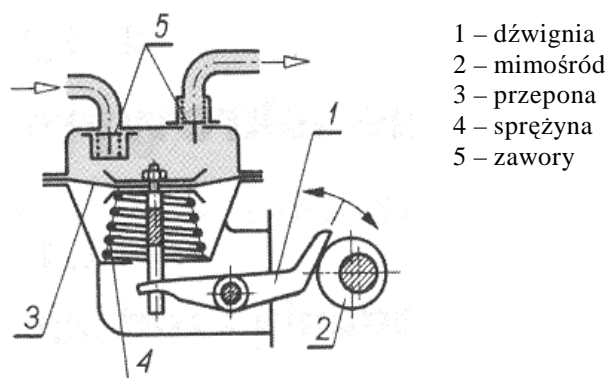
Impulsy elektryczne dostarczane są za pośrednictwem centralnej jednostki sterującej przez czujniki:

- temperatury silnika,
- podciśnienia w układzie dolotowym,
- położenia pedału przyspieszenia,
- prędkości obrotowej,
- oraz sondy lambda informującej o aktualnym składzie spalin.

Przykładem gaźnika elektronicznego jest gaźnik typu 2E-E, w którym nie stosuje się układu rozruchowego, sterowania fazą nagrzewania silnika, układu przyspieszającego czy zubożającego. Funkcje tych zespołów przejęły dwa elektronicznie sterowane człony wykonawcze: nastawnik przesłony wstępnej oraz nastawnik przepustnicy. Nastawnik przesłony wstępnej steruje składem mieszanki przy rozruchu na zimno, w czasie fazy nagrzewania silnika, przyspieszania oraz korygowania charakterystyki ogólnej w ustalonych warunkach pracy. Nastawnik przepustnicy reguluje współczynnik napełniania silnika, utrzymuje stałą wartość prędkości obrotowej na biegu jałowym w różnych warunkach pracy, utrzymuje podwyższoną prędkość obrotową w czasie nagrzewania silnika oraz odcina wypływ mieszanki przy hamowaniu silnikiem. Elektroniczne urządzenie sterujące przetwarza

informacje o chwilowym stanie pracy silnika oraz położeniu członów wykonawczych wysyła sygnały elektroniczne uwzględniając mapy charakterystyk.

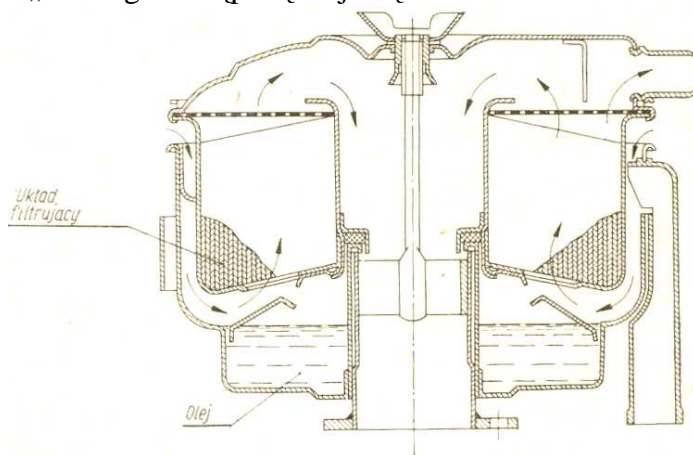
W układach gaźnikowych paliwo tłoczone jest do komory pływakowej poprzez pompę przeponową z napędem mechanicznym. Ruch dźwigni wymuszany jest najczęściej poprzez popychacz i mimośród wałka rozrządu a w silnikach dwusuwowych wykorzystywana jest pulsacja ciśnienia w skrzyni korbowej.



Rys. 11. Schemat przeponowej pompy paliwa [2, s. 158].

Elastyczna przepona (z gumy lub innego elastycznego materiału odpornego na działanie benzyny) wskutek ruchu popychacza i dźwigni powoduje zmianę objętości komory posiadającej dwa samoczynnie działające zaworki – ssący i tłoczący. Ruch powrotny przepony następuje wskutek działania sprężyny. Zmiana objętości komory powoduje powstawanie na przemian podciśnienia i nadciśnienia, czyli zasysania i tłoczenia paliwa. W pompie znajduje się dodatkowo komora odstojnika z filtrem.

Przepływające przez gaźnik powietrze jest filtrowane z zanieczyszczeń poprzez wkłady filtrujące. Współczesne samochody posiadają filtry typu suchego, w odróżnieniu od wcześniej stosowanych – typu „mokrego” z kąpielą olejową.



Rys. 12. Schemat mokrego filtra powietrza [3].

### Zasady bezpiecznego montażu i demontażu gaźnikowego układu zasilania

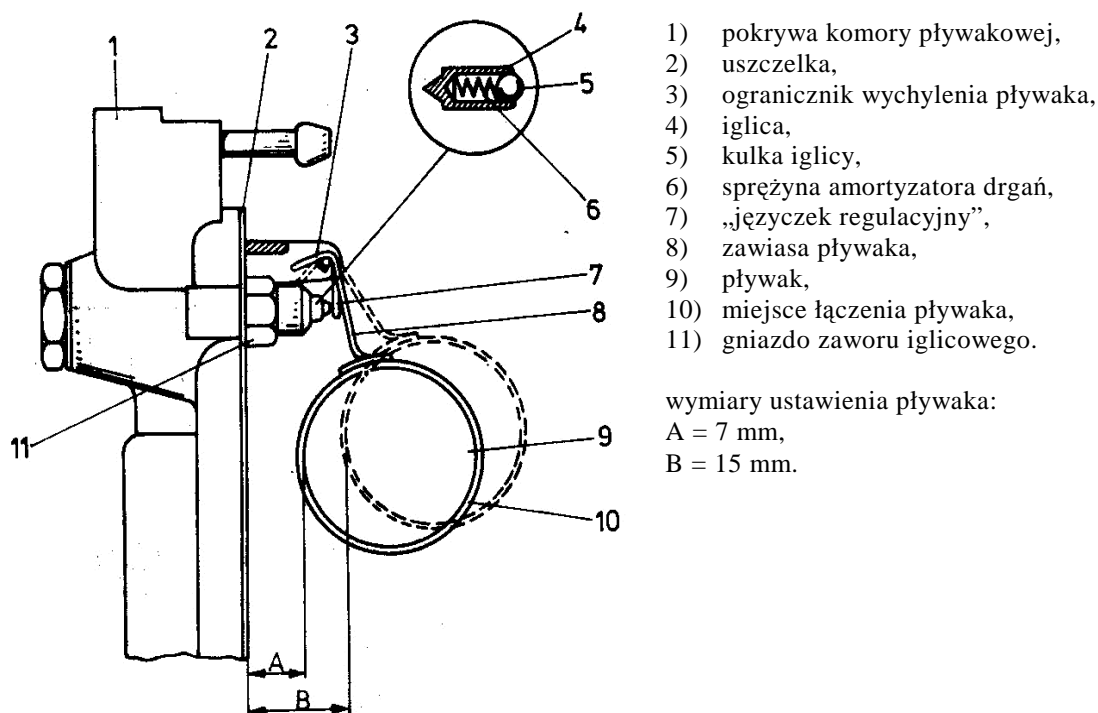
W czasie pracy z układami zasilania silników z zapłonem iskrowym (ZI) należy przestrzegać podstawowych przepisów przeciwpożarowych. Należy pamiętać, iż benzyna jest substancją łatwopalną i wybuchową, jest cieczą bardzo lotną, wskutek czego łatwo może dojść do zatrucia wdychanymi oparami. Przed demontażem elementów układu zasilania należy je opróżnić, oczyścić z zewnątrz i zachować szczególną czystość.

Zbiornik paliwa należy opróżnić przy pomocy do tego celu przeznaczonej wysysarki lub poprzez zawór spustowy zbiornika paliwa. Paliwa należy przechowywać z dala od źródeł ciepła w zamkniętym pojemniku przeznaczonym do przechowywania paliw płynnych. Podczas montażu i demontażu połączeń niedopuszczalne jest ich podgrzewanie, pobijanie czy ostukiwanie mogące spowodować iskrzenie. Połączenia elektryczne nie mogą powodować iskrzenia.

Gaźnik wymontowujemy z pojazdu po uprzednim odłączeniu cięgien, zabezpieczeniu przewodów przed wyciekami paliwa. Należy zwrócić szczególną uwagę na wszelkie drobne przedmioty, które mogłyby się przypadkowo dostać do gardzieli gaźnika.

Po oczyszczeniu zewnętrznym można dokonać jego demontażu, a w szczególności demontażu pokrywy, pływaka, zaworu iglicowego, urządzenia rozruchowego, dysz i rurek emulsyjnych. Szczególną uwagę w czasie montażu należy zwrócić na przepustnicę i jej oś, która należy do części mocno zużywających się. Śrubki przepustnicy należy bardzo starannie zabezpieczyć przed samoczynnym odkręceniem, ponieważ odkręcenie się śrubki może spowodować uszkodzenie silnika. W czasie montażu należy przestrzegać dokumentacji serwisowej, stosować nowe uszczelnienia, właściwie ustawić przepustnicę i śruby regulacyjne.

Podstawową regulacją jest ustawienie poziomu paliwa w komorze pływakowej.



Rys. 13. Sposób pomiaru pośredniego poziomu paliwa w gaźniku 28 IMB [4, s. 78].

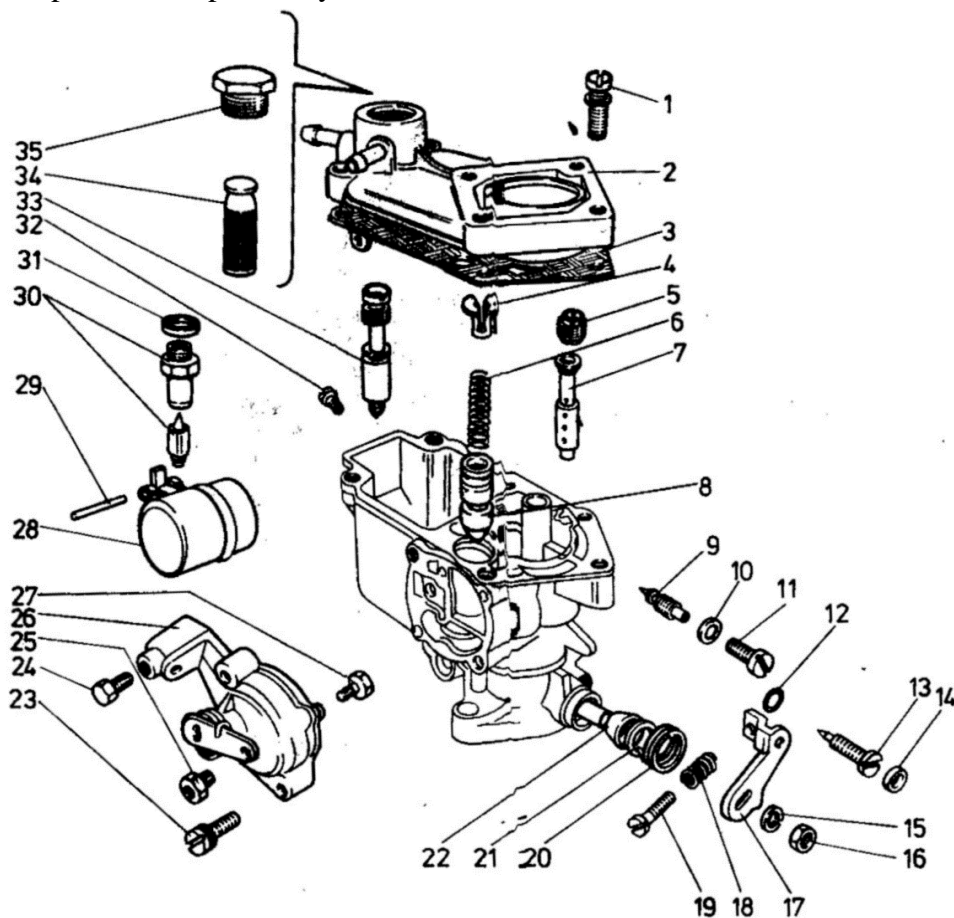
Do montażu i demontażu śrub i wkrętów należy stosować narzędzia gwarantujące bezpieczną pracę, w szczególności właściwej wielkości wkrętaki nie powodujące uszkodzeń precyzyjnych elementów gaźnika. Korpusy gaźników są wykonane ze stopów metali lekkich, dlatego wszystkie połączenia śrubowe, należy dokręcać bardzo ostrożnie. Niedopuszczalne jest czyszczenie otworów dysz i rurek rzeczami mogącymi spowodować ich rozkalibrowanie (drutem, wkrętakiem).

Pompy paliwa podlegają wybudowaniu po odkręceniu przewodów paliwowych oraz śrub lub nakrętek mocujących. Demontaż pompy polegającym na wyjęciu przepony, sprężyny powrotnej, głowicy z zaworkami lub w niektórych pompach samych zaworków. Membranę



należy montować równomiernie w prawidłowy sposób. W czasie montażu należy stosować nowe uszczelki oraz jednorazowe opaski zaciskowe.

Filtry paliwa w układach gaźnikowych można wymontować i zamontować po odkręceniu lub zakręceniu przewodów paliwowych.



**Rys. 14.** Dopuszczalny demontaż gaźnika 28 IMB: 1) wkręt pokrywy, 2) pokrywa, 3) uszczelka, 4, 6, 8) zawór urządzenia rozruchowego z miseczką i sprężyną, 5) dysza główna powietrza, 7) rurka emulsyjna, 9, 10, 11) dysza biegu jałowego z uszczelką i obsadą, 12, 13) wkręt regulacji składu mieszanki z uszczelką, 14) korek plastikowy, 15, 16) nakrętka z podkładką dźwigni, 17) dźwignia przepustnicy, 18, 19) wkręt regulacyjny uchylecia przepustnicy ze sprężyną, 20) sprężyna przepustnicy, 21) podkładka, 22) uszczelka, 23) wkręt urządzenia rozruchowego, 24) śruba pancerza, 25, 27) nakrętka i śruba ciągną, 26) pokrywa urządzenia rozruchowego, 28) pływak, 29) oś pływaka, 30, 31) zawór iglicowy z uszczelką, 32) dysza główna paliwa, 33) dysza urządzenia rozruchowego, 34) filtr paliwa, 35) korek [5, s. 85].

#### 4.1.2. Pytania sprawdzające

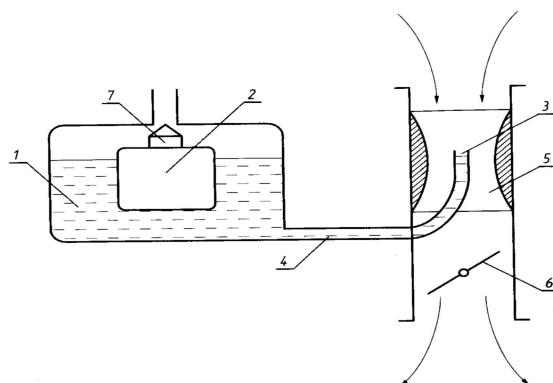
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie zadania spełnia układ zasilania?
2. Jakie układy można wyróżnić w gaźniku?
3. Jak działa elementarny gaźnik?
4. Jakie urządzenia poprawiają charakterystykę gaźnika elementarnego?
5. W jaki sposób pracuje mechaniczna pompa paliwa?

### 4.1.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Odszukaj w pojeździe elementy gaźnikowego układu zasilania. Przeanalizuj budowę i działanie gaźnika. Nazwij wskazane na rysunku elementy gaźnika.



Rysunek do ćwiczenia 1 [2, s. 160].

- 1 .....
- 2 .....
- 3 .....
- 4 .....
- 5 .....
- 6 .....
- 7 .....

#### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

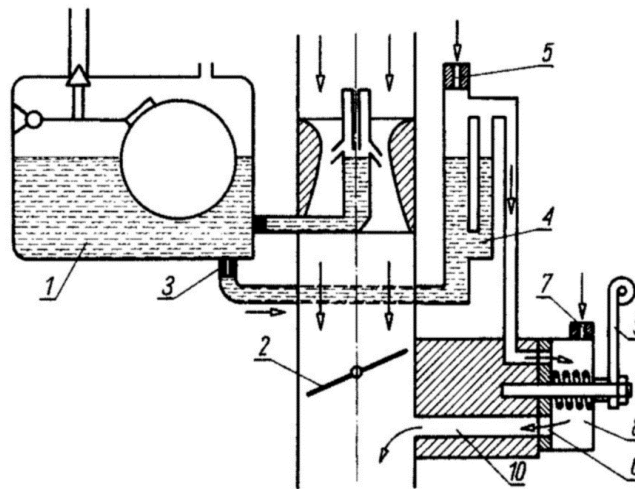
- 1) przeanalizować budowę i działanie elementów gaźnikowego układu zasilania,
- 2) znaleźć w pojeździe elementy gaźnikowego układu zasilania,
- 3) scharakteryzować części składowe gaźnika,
- 4) wyjaśnić proces tworzenia mieszanki w gaźniku,
- 5) przeanalizować rysunek gaźnika elementarnego,
- 6) nazwać wyszczególnione części,
- 7) zaprezentować swoje rozwiązanie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód z gaźnikowym układem zasilania,
- modele gaźnikowych układów zasilania,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

## Ćwiczenie 2

Przeanalizuj budowę gaźnika, znajdź w nim elementy układu rozruchowego. Nazwij wskazane na rysunku elementy gaźnika zespolonego z gaźnikiem rozruchowym.



Rysunek do ćwiczenia 2 [2, s. 162].

- 1 .....
- 2 .....
- 3 .....
- 4 .....
- 5 .....
- 6 .....
- 7 .....
- 8 .....
- 9 .....
- 10 .....

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wyjaśnić zasadę działania gaźników,
- 2) odszukać w gaźniku elementy układu rozruchowego,
- 3) przeanalizować rysunek gaźnika,
- 4) nazwać wyszczególnione części,
- 5) zaprezentować swoje rozwiązanie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- gaźniki samochodowe,
- modele gaźników,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

### Ćwiczenie 3

Dokonaj wymiany membrany mechanicznej pompy paliwa, scharakteryzuj budowę pompy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z instrukcjami stanowiska pracy,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) określić rodzaj i sposób demontażu pompy,
- 4) scharakteryzować budowę pompy,
- 5) wymontować pompę z pojazdu,
- 6) dokonać wymiany membrany,
- 7) scharakteryzować części składowe pompy,
- 8) określ warunki montażu mechanicznych pomp paliwa,
- 9) dokonać montażu pompy paliwa,
- 10) sprawdzić jakość pracy (szczelność połączeń),
- 11) stosować obowiązujące przepisy,
- 12) omówić wykonaną pracę.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód z mechaniczną pompą paliwa,
- membrana pompy paliwa,
- zestaw uszczelek pompy,
- zaciski przewodów paliwowych,
- zestaw narzędzi,
- dokumentacja serwisowa,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

#### 4.1.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

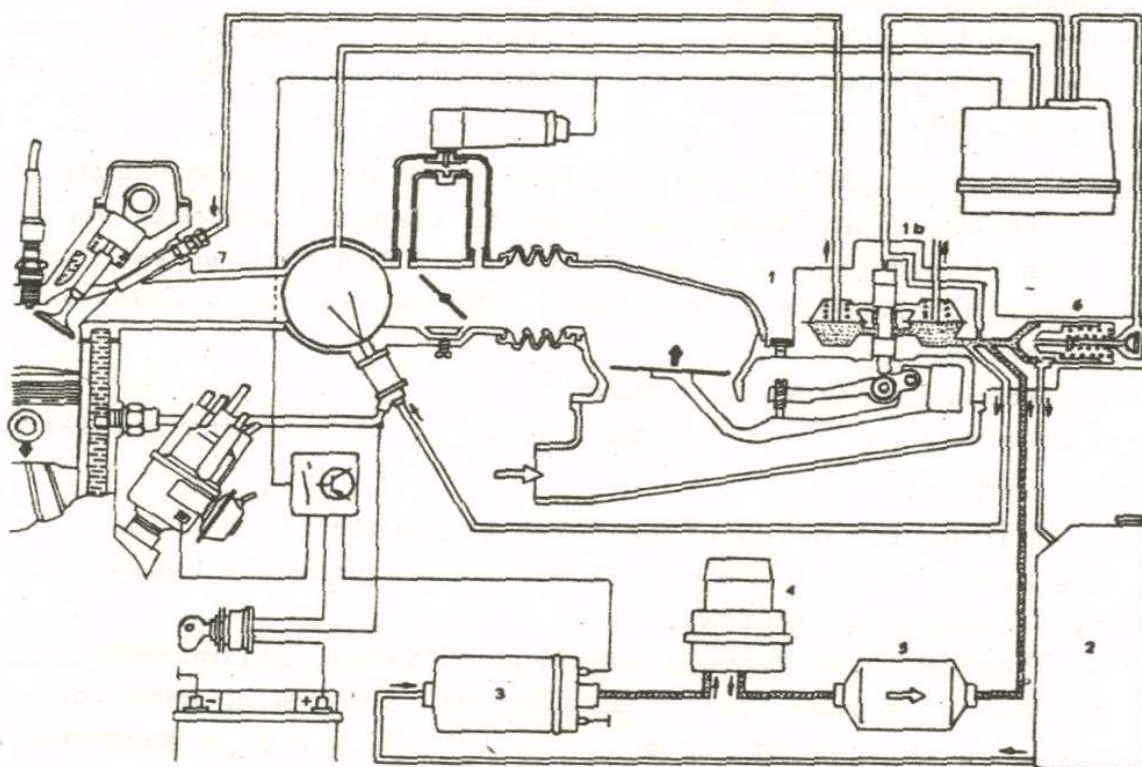
	<b>Tak</b>	<b>Nie</b>
1) rozpoznać układ zasilania silnika z zapłonem iskrowym?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) nazwać układy gaźnika?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) rozpoznać i nazwać części składowe gaźnika?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) dokonać demontażu i montażu gaźnika?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dokonać podstawowej regulacji gaźnika?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) rozpoznać i nazwać części mechanicznej pompy paliwa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) dokonać demontażu i montażu mechanicznej pompy paliwa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) dokonać wymiany filtra paliwa i powietrza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 4.2. Jednopunktowe układy wtryskowe

### 4.2.1. Materiał nauczania

W pierwszych mechanicznych układach wtryskowych benzyny stosowane były wtryskiwacze robocze otwierane ciśnieniem hydraulicznym. Sterowanie dawką paliwa polega na przesuwaniu tłoka sterującego. Wywoływało to zmianę wielkości przekroju prostokątnych szczelin sterujących w tulei szczelinowej rozdzielacza paliwa. Regulacja strumienia paliwa w rozdzielaczu była jednak obciążona wieloma niemierzalnymi zakłóceniami, oraz charakteryzowała się zwłoką działania.

Układy wtrysku mechanicznego zastąpione zostały układami wtrysku elektromagnetycznego. Wtrysk benzyny był realizowany do przewodu dolotowego lub kanałów dolotowych silnika. Nowością jest bezpośredni wtrysk benzyny do komory spalania.



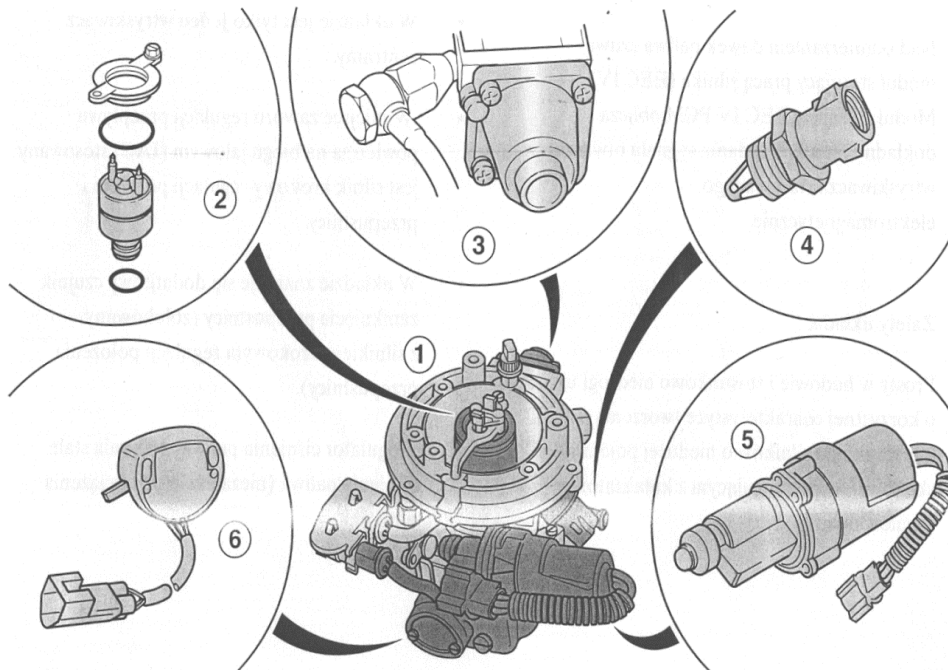
Rys. 15. Schemat układu zasilania K-Jetronic; 1) regulator natężenia dopływu paliwa, 2) zbiornik paliwa, 3) pompa paliwa, 4) regulator ciśnienia, 5) filtr paliwa, 6) regulator przeciwcisnienia, 7) wtryskiwacz [7, s. 246].

**Jednopunktowe układy wtryskowe CFI (SPI)** posiadają jeden elektronicznie sterowany wtryskiwacz. Jest on zamontowany centralnie w stosunku do cylindrów, bezpośrednio nad przepustnicą we wspólnej z nią obudowie- wtrysk centralny. Wtryskiwacz podaje paliwo przed przepustnicę synchronicznie do kolejnych suwów napełniania poszczególnych cylindrów. Podstawową wadą takiego rozwiązania jest niejednakowy rozdział mieszanki w cylindrach. Masa paliwa przeznaczonego do określonego cylindra, ze względu na stosunkowo dużą odległość pomiędzy miejscem wtrysku a zaworem dolotowym, może ulec zmniejszeniu lub zwiększeniu na rzecz pozostałych cylindrów.

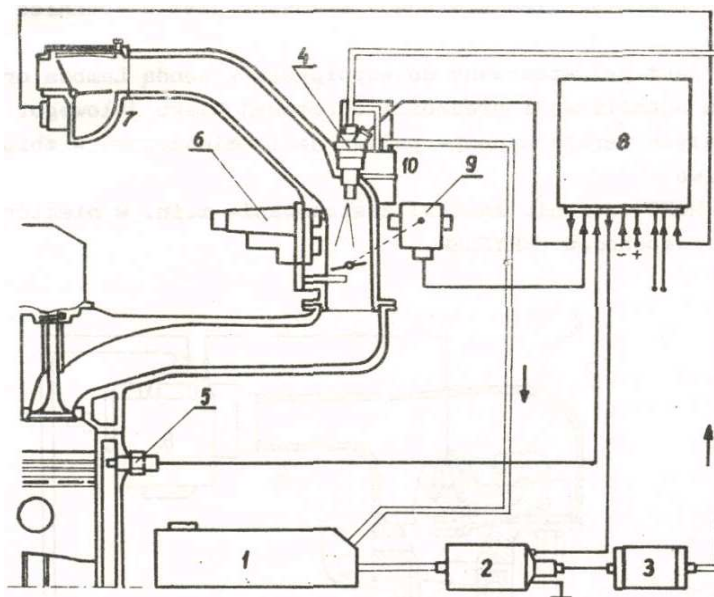
W układach wtrysku jednopunktowego jeden wtryskiwacz obsługuje wszystkie cylindry. Początek wtrysku praktycznie nie ma wpływu na pracę silnika.

Zalety wtrysku jednopunktowego: dokładne dawkowanie paliwa, łatwy rozruch ciepłego

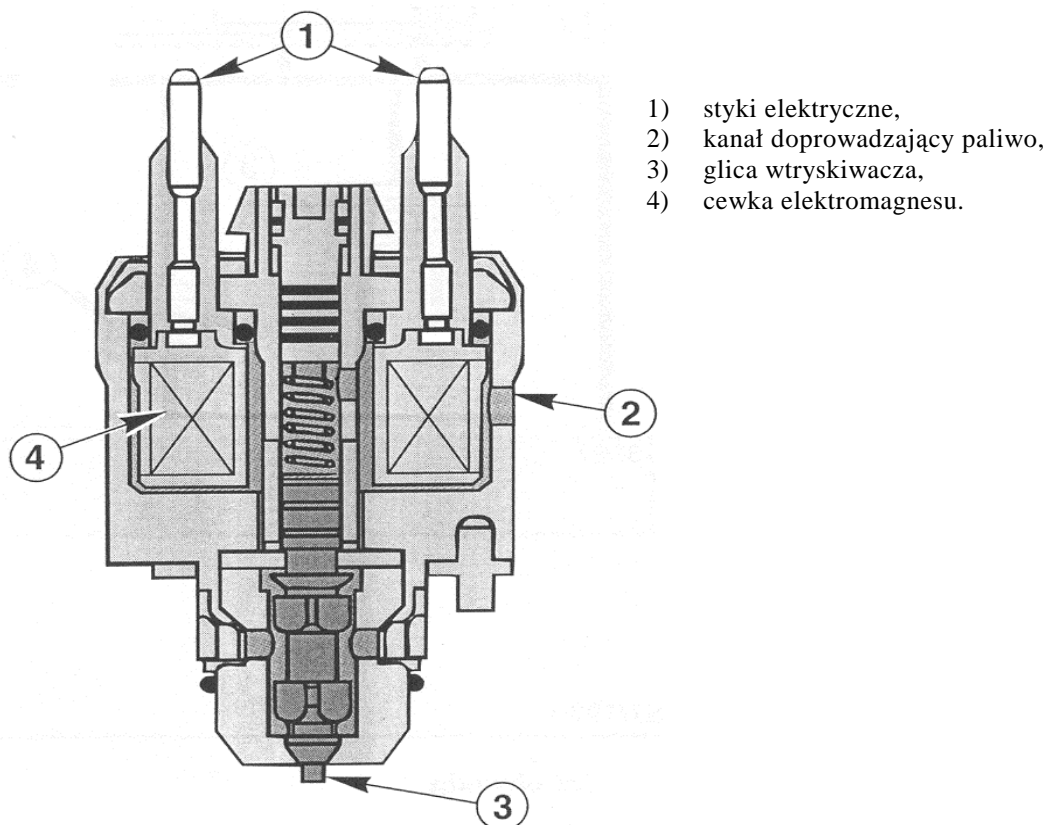
i zimnego silnika, odcinanie dopływu paliwa przy hamowaniu silnikiem, sterowanie układu poprzez sondę lambda oraz niskie koszty układu.



**Rys. 16.** Zespół wtryskiwacza jednopunktowego; 1) zespół wtryskiwacza jednopunktowego, 2) wtryskiwacz, 3) regulator ciśnienia paliwa, 4) czujnik temperatury zasysanego powietrza, 5) silnik krokowy regulacji ustawienia przepustnicy, 6) potencjometr położenia przepustnicy [3].



**Rys. 17.** Schemat układu wtryskowego Mono-Jetronic; 1) zbiornik paliwa, 2) pompa paliwa, 3) filtr paliwa, 4) wtryskiwacz, 5) czujnik temperatury, 6) regulator dodatkowego powietrza, 7) przepływomierz powietrza, 8) układ sterujący, 9) czujnik położenia przepustnicy, 10) regulator ciśnienia [8, s. 269].



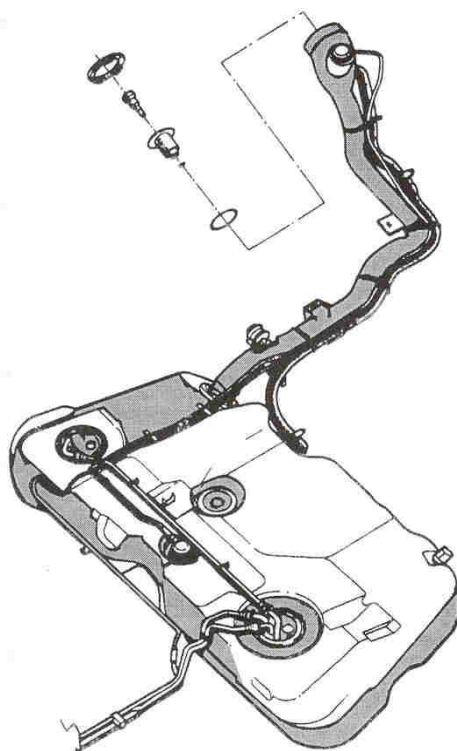
- 1) styki elektryczne,
- 2) kanał doprowadzający paliwo,
- 3) glica wtryskiwacza,
- 4) cewka elektromagnesu.

Rys. 18. Przekrój wtryskiwacza [6, s. 106].

Zespół wtryskiwacza jednopunktowego działa podobnie jak gaźnik, z tą różnicą, że w miejsce rozpylacza konwencjonalnego gaźnika zastosowano wtryskiwacz sterowany elektromagnetycznie. Wtryskiwacz kieruje określoną dawkę paliwa w szczelinę uchylonej przepustnicy, gdzie występują bardzo dobre warunki do właściwego wymieszania się paliwa z przepływającym powietrzem.

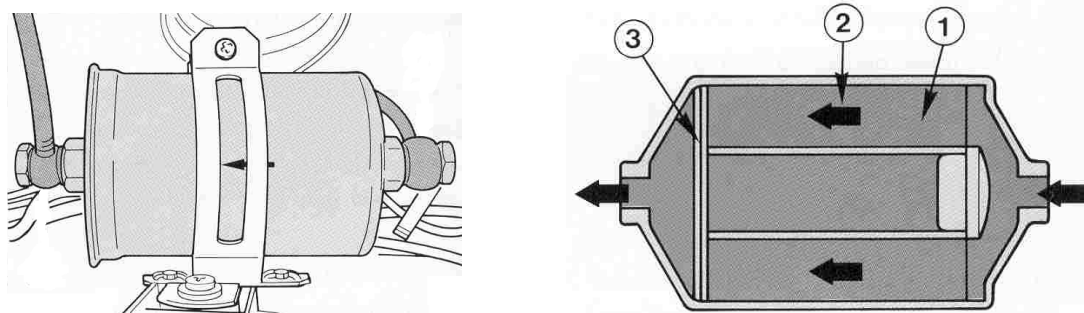
Moduł sterujący reguluje dawkę paliwa poprzez zmianę czasu otwarcia wtryskiwacza. Sterownik oblicza ilość przepływającego powietrza na podstawie odczytu czujnika temperatury powietrza, położenia przepustnicy, ciśnienia bezwzględnego w kolektorze dolotowym oraz czujnika obrotów wału korbowego. Na tej podstawie określana jest dawka paliwa wtryskiwana do kolektora dolotowego. Czujnik temperatury cieczy chłodzącej określa stan termiczny silnika, co pozwala zwiększyć dawkę paliwa w warunkach zimnego i niedostatecznie rozgrzanego silnika. Obroty biegu jałowego są regulowane przez nastawnik przepustnicy powodując uchylanie przepustnicy.

Paliwo jest przechowywane w zbiorniku paliwa, który powinien być odporny na uderzenia, ciśnienie oraz korozję. W układach wtryskowych stosuje się zamknięty układ odpowietrzania zbiornika polegający na zatrzymywaniu par paliwa w pochłaniaczu z węglem aktywnym, z którego okresowo poprzez elektromagnetyczny zawór spustu par paliwa następuje dostarczenie do kolektora ssącego w celu ich spalania. W układzie zasilania nie może powstawać podciśnienie uniemożliwiające zasilanie układu. W czasie jazdy oraz przy innych zdarzeniach drogowych paliwo nie może się z niego wylewać. Często zbiorniki są dodatkowo osłaniane i zabezpieczane przed uderzeniami. Spotyka się zbiorniki paliwa wykonane ze stali lub tworzyw sztucznych odpornych na działanie chemiczne paliw.



**Rys. 19.** Zbiornik paliwa wraz z wlewem [3].

Właściwie dobrany filtr paliwa jest warunkiem bezawaryjnej pracy układu zasilania. Elementem filtrującym paliwo jest najczęściej wkład papierowy lub z włókien sztucznych, który występuje w postaci zespołu zamkniętego metalową obudową.

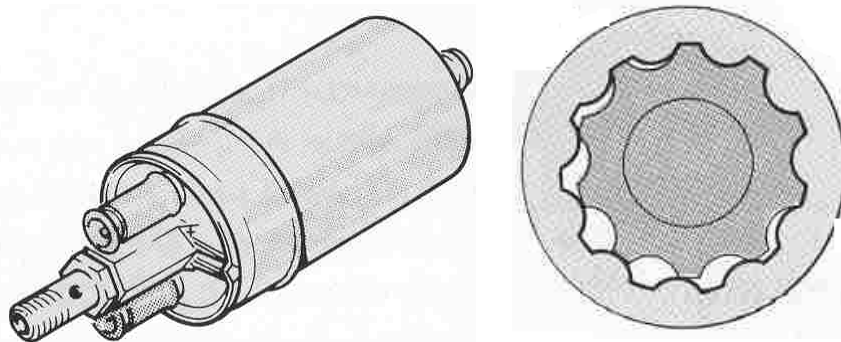


**Rys. 20.** Filtr paliwa układu wtryskowego: 1) wkład filtra, 2) kierunek przepływu paliwa, 3) przegroda [3].

Paliwo jest tłoczone ze zbiornika poprzez elektryczną pompę przewodami sztywnymi i elastycznymi oraz filtr paliwa do zespołu wtryskowego. Pompa może znajdować się w zbiorniku paliwa tworząc razem z pływakiem układu poziomu paliwa jeden zespół lub oddzielnie, najczęściej obok zbiornika paliwa.

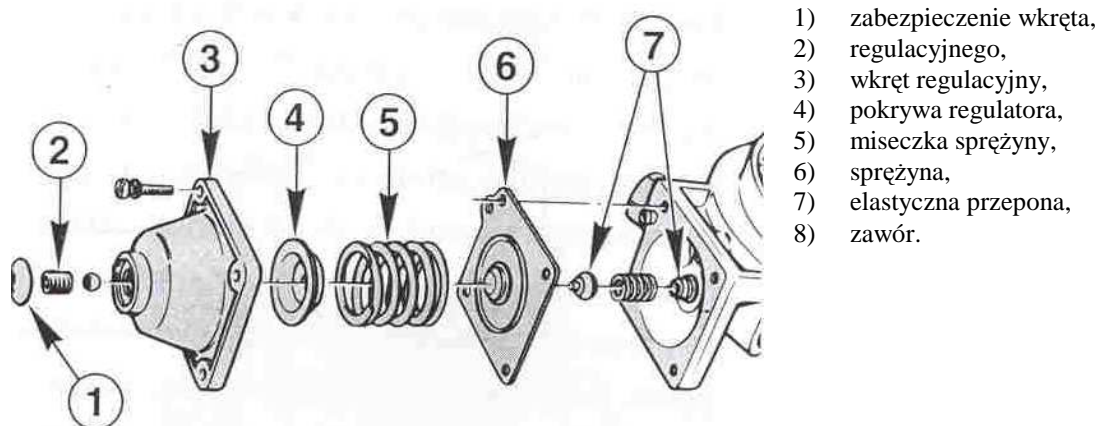
Tłoczenie paliwa następuje wskutek okresowych zmian objętości komór tłocznych pompy.





Rys. 21. Elektryczna pompa paliwa i schemat działania [3].

Ciśnienie paliwa jest utrzymywane na stałym poziomie poprzez zawór regulacji ciśnienia. W układach wtrysku centralnego ciśnienie paliwa wynosi około 0,09 do 0,11 MPa (0,9 do 1,1 bara).



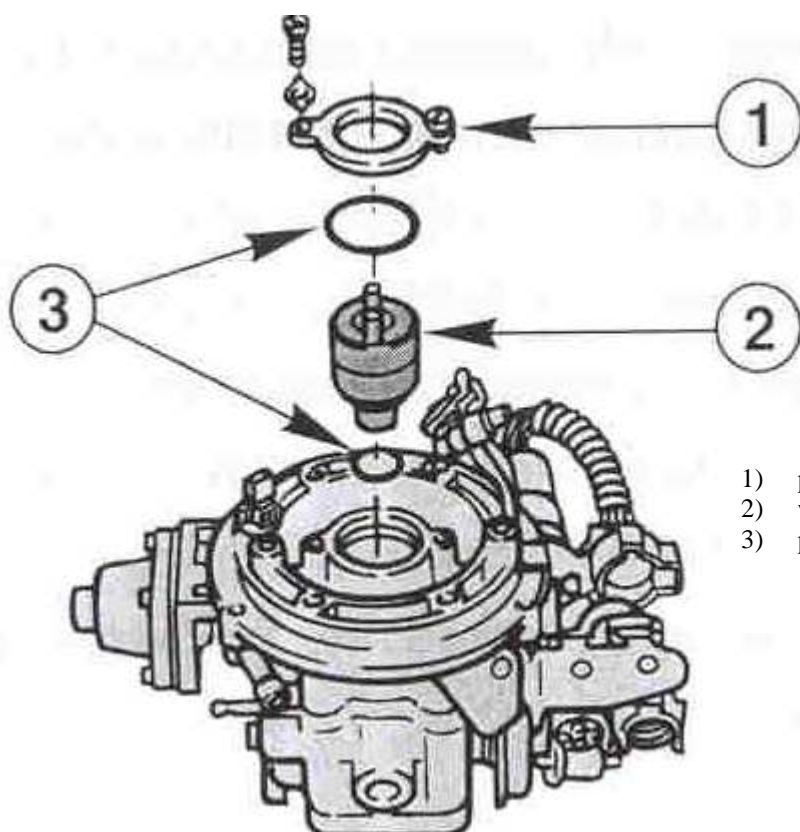
Rys. 22. Budowa regulatora ciśnienia paliwa układu CFI [3].

Regulator ciśnienia działa na zasadzie elastycznej przepony gumowej obciążonej sprężyną utrzymując ciśnienie paliwa na poziomie 1 bara oraz odprowadzając nadmiar paliwa z powrotem do zbiornika paliwa. Poprzez śrubę można zmieniać obciążenie sprężyny powodując zmianę regulowanego ciśnienia.

Paliwo jest transportowane przewodami wykonanymi z rurek miedzianych, gumowych z opłotem płóciennym lub stalowym, z tworzyw plastycznych, rzadziej ze kadmowanych stalowych rurek.

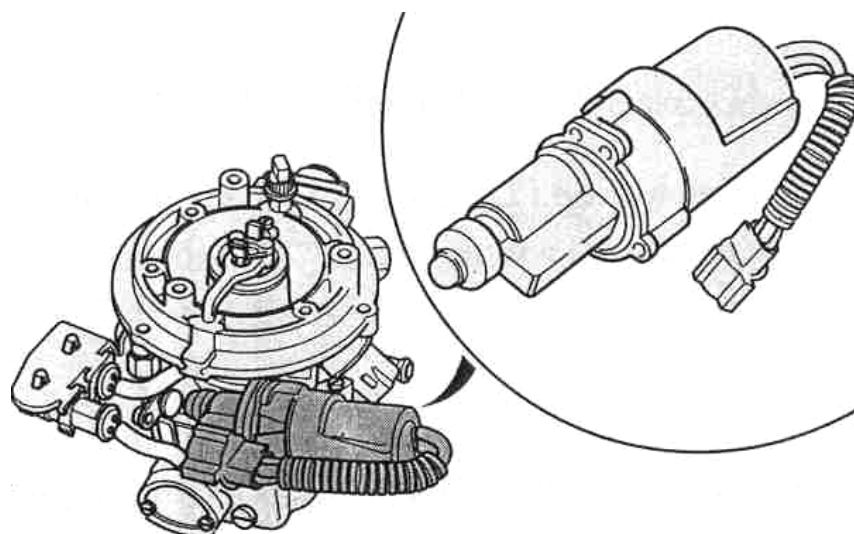
Demontaż i montaż układu wtryskowego powinien być przeprowadzony w oparciu o dokumentację serwisową. Należy przestrzegać przepisowych momentów dokręcania połączeń gwintowych, stosowania nowych uszczelnień oraz właściwej kolejności montażu. Podczas prac z układem zasilania należy zachować szczególną ostrożność z powodu łatwopalnej i wybuchowej substancji, jaką jest benzyna. Demontaż elementów układu wtryskowego CFI polega na wybudowaniu kompletnego zespołu wtryskiwacza jednopunktowego z kolektora dolotowego.

Często zespół ten jest podgrzewany cieczą układu chłodzenia, konieczne jest wtedy wcześniejsze opróżnienie układu chłodzenia, następnie zdemontowanie przewodów paliwowych, złącz elektrycznych oraz ciągną sterującego przepustnicą. Możliwa jest wymiana wtryskiwacza CFI, zespołu nastawnika przepustnicy (silnika krokowego), potencjometru położenia przepustnicy czy pompy paliwa.

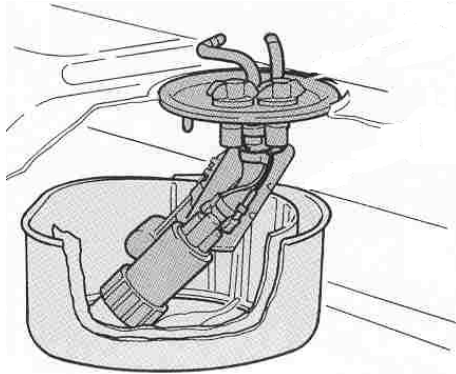


- 1) pierścień mocujący wtryskiwacz,
- 2) wtryskiwacz CFI,
- 3) pierścienie uszczelniające.

Rys. 23. Demontaż wtryskiwacza układu CFI [3].



Rys. 24. Demontaż nastawnika przepustnicy [3].



Rys. 25. Demontaż zespołu pompy paliwa [3].

### 4.2.2. Pytania sprawdzające

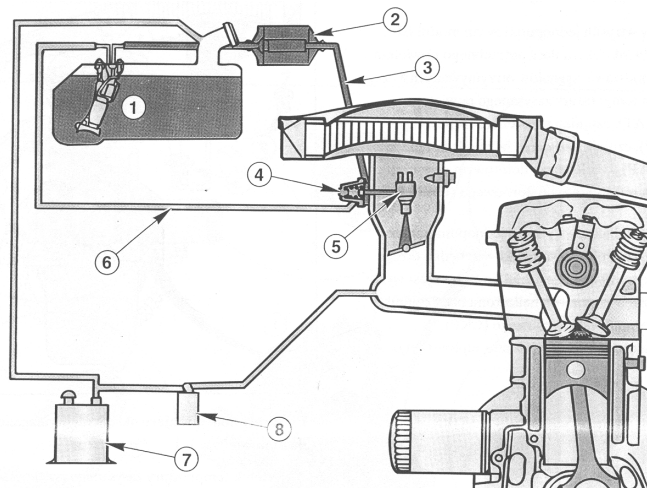
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jak można sklasyfikować układy wtryskowe silników z zapłonem iskrowym?
2. Z jakich części składa się układ wtrysku jednopunktowego?
3. Jaka jest zasada działania układów wtrysku jednopunktowego?
4. Jakie zasady obowiązują podczas demontażu jednopunktowego układu wtryskowego?
5. Jakie zasady obowiązują podczas montażu jednopunktowego układu wtryskowego?

### 4.2.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Odszukaj w pojeździe przedstawione na rysunku elementy jednopunktowego układu zasilania. Nazwij poszczególne elementy zespołu, określ właściwości użytych materiałów konstrukcyjnych.



Rysunek do ćwiczenia 1 [3].

- 1 .....
- 2 .....
- 3 .....
- 4 .....
- 5 .....
- 6 .....
- 7 .....
- 8 .....

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować rysunek jednopunktowego układu zasilania,
- 2) odszukać w pojeździe wskazane elementy układu wtryskowego,
- 3) określić właściwości materiałów stosowanych na części układu zasilania,
- 4) nazwać i zapisać wskazane części,
- 5) zaprezentować wyniki ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód z jednopunktowym wtryskiem paliwa,
- dokumentacja serwisowa układów wtryskowych CFI,
- modele układów wtryskowych,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

### Ćwiczenie 2

Dokonaj wymiany wtryskiwacza w silniku z wtryskiem jednopunktowym.

#### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) przygotować samochód do naprawy,
- 3) sprawdzić stan techniczny narzędzi przez ich wzrokowe oględziny,
- 4) wyjaśnić budowę oraz działanie jednopunktowych układów wtryskowych,
- 5) zdemontować filtr powietrza,
- 6) dokonać wymiany wtryskiwacza,
- 7) zamontować filtr powietrza,
- 8) sprawdzić jakość naprawy,
- 9) przygotować samochód do wydania,
- 10) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód z jednopunktowym układem wtryskowym,
- wtryskiwacz CFI,
- dokumentacja techniczna,
- zestaw narzędzi,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

### Ćwiczenie 3

Dokonaj wymiany elektrycznej pompy paliwa w samochodzie z centralnym wtryskiem paliwa.

#### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z instrukcjami stanowiska pracy,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) określić rodzaj i miejsce zabudowania pompy,
- 4) wymontować zbiornik paliwa z pojazdu (jeżeli jest wymagane),
- 5) dokonać wymiany zespołu elektrycznej pompy paliwa,

- 6) dokonać montażu pompy paliwa w zbiorniku,
- 7) dokonać montażu zbiornika paliwa,
- 8) sprawdzić szczelność połączeń po napełnieniu zbiornika paliwem i uruchomieniu silnika,
- 9) stosować obowiązujące przepisy,
- 10) omówić wykonaną pracę.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód z elektryczną pompą paliwa zabudowaną w zbiorniku paliwa,
- podnośnik dwu lub czterokolumnowy,
- indywidualny wyciąg spalin,
- pompa paliwa,
- zestaw narzędzi,
- dokumentacja serwisowa,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

#### 4.2.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

	<b>Tak</b>	<b>Nie</b>
1) rozpoznać rodzaj układu zasilania silnika ZI?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) zlokalizować w pojeździe wskazany element jednopunktowego układu wtryskowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) dokonać wymiany elektrycznej pompy paliwowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) dokonać wymiany zespołu wtryskowego jednopunktowego układu zasilania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dokonać wymiany wtryskiwacza lub osprzętu układu zasilania CFI?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 4.3. Wielopunktowe układy wtryskowe

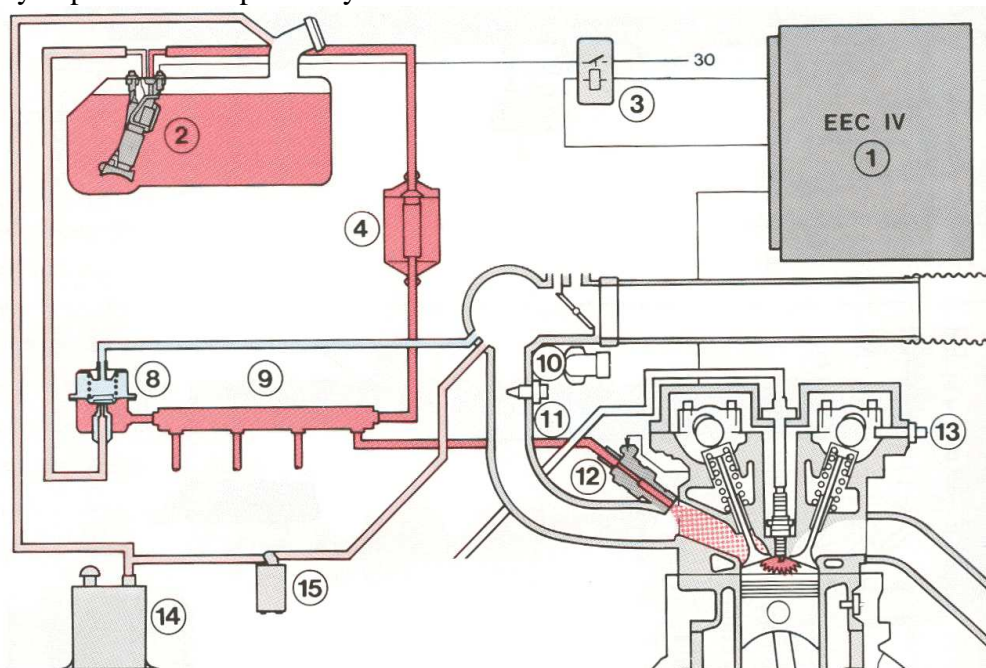
### 4.3.1. Materiał nauczania

**Wielopunktowe układy wtrysku benzyny MPI (EFI, SEFI)** posiadają zamontowane w kanałach dolotowych wtryskiwacze w liczbie równej liczbie cylindrów. Główne zalety układów wtrysku wielopunktowego w porównaniu z układami wtrysku jednopunktowego to zwiększenie:

- współczynnika napełnienia spowodowane mniejszymi oporami w kanałach dolotowych, stawianych przepływowi mieszanki,
- średniego ciśnienia użytecznego wskutek bardziej równomiernego dostarczania mieszanki do poszczególnych cylindrów,
- zdolności do przyśpieszeń w całym zakresie prędkości obrotowych i obciążeń dzięki szybszej reakcji układu na nowe warunki pracy.

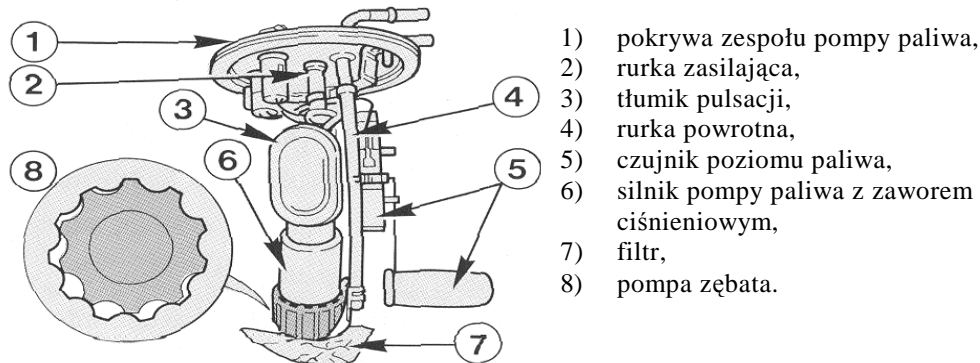
Pierwsze układy wtrysku wielopunktowego podawały paliwo jednocześnie do wszystkich kanałów dolotowych, niezależnie od przebiegu procesu roboczego, tymczasem początek wtrysku powinien być synchronizowany zgodnie z otwarciem zaworu dolotowego każdego cylindra. Uzyskano w ten sposób możliwość dowolnego kształtowania przebiegu wtrysku osobno w każdym cylindrze poprzez analizę sygnałów czujnika położenia wałka rozrządu. Układy takie nazywają się układami sekwencyjnymi SFI (SEFI).

Układy zasilania wtryskowego pozwoliły znacznie zmniejszyć zużycie paliwa oraz emisję składników toksycznych do atmosfery. Zastosowanie katalizatorów oraz układów sterowania regulacją składu mieszanki z wykorzystaniem sygnału sondy lambda, układów dopalających przy pracy zimnego silnika, układów recyrkulacji spalin, zamkniętych układów odpowietrzania zbiornika paliwa z filtrem z węglem aktywnym oraz przymusowe odpowietrzanie skrzyni korbowej pozwoliły spełniać kolejne normy emisji spalin emitowanych przez silnik spalinowy.



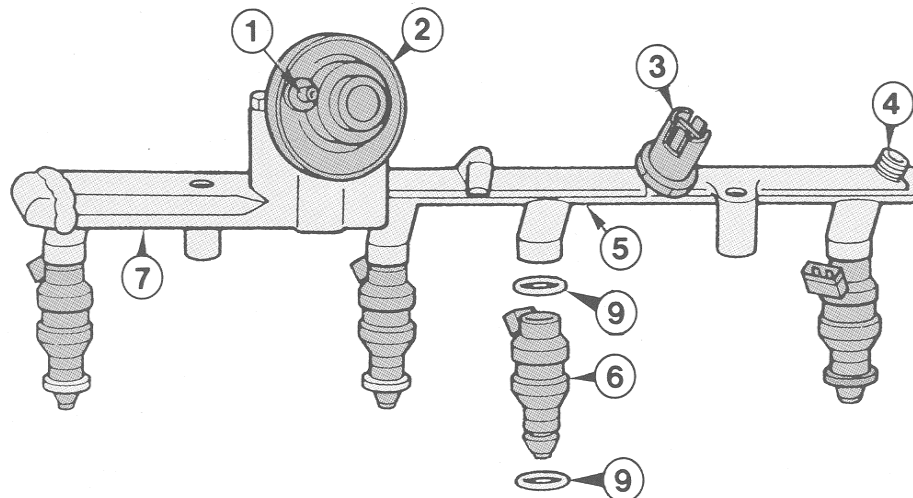
**Rys. 26.** Przykład sekwencyjnego układu wtryskowego SEFI: 1) sterownik układu, 2) zespół pompy paliwa, 3) przekaźnik pompy paliwa, 4) filtr paliwa, 8) regulator ciśnienia paliwa, 9) szyna paliwowa, 10) potencjometr położenia przepustnicy, 11) czujnik temperatury zasysanego powietrza, 12) wtryskiwacz, 13) czujnik położenia wałka rozrządu, 14) zbiornik par paliwa, 15) zawór spustu par paliwa [3].

W układach wtrysku wielopunktowego tak jak w układach wtrysku centralnego stosuje się podobne zbiorniki paliwa, w których umieszczone są elektryczne pompy paliwa. Pompa jest uruchamiana poprzez przełącznik sterowany sterownikiem. Po włączeniu zapłonu, jeżeli brak jest obrotów wału korbowego silnika pompa pracuje tylko parę sekund i się wyłącza. Pompa paliwa posiada samoczynny zaworek zabezpieczający przed nadmiernym wzrostem ciśnienia w przypadku zablokowania przepływu paliwa w układzie.



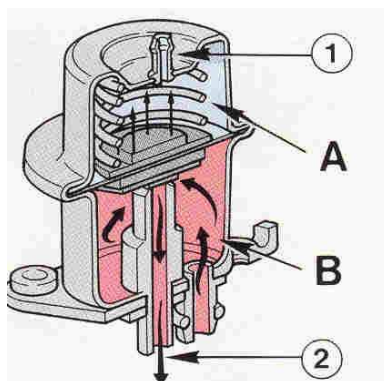
Rys. 27. Zespół pompy paliwa [6, s. 90].

Paliwo jest tłoczone pod ciśnieniem przewodami biegnącymi pod podwoziem samochodu do filtra paliwa oraz szyny paliwowej, gdzie znajduje się również regulator ciśnienia paliwa. Regulator ciśnienia w zależności od panującego podciśnienia powietrza w kolektorze dolotowym reguluje wartość ciśnienia paliwa. W układach wtrysku wielopunktowego ciśnienie paliwa wynosi od 0,2 do 0,3 MPa (2 do 3 bar).



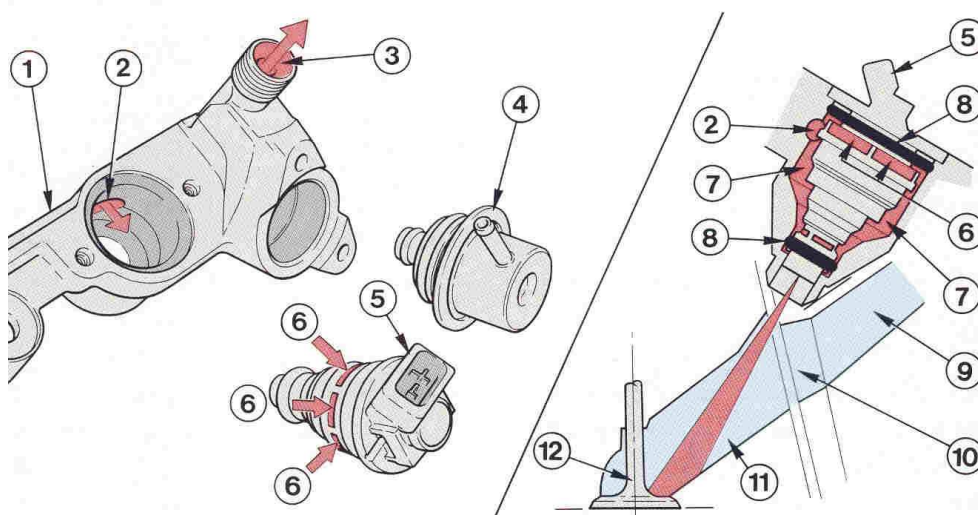
Rys. 28. Zespół szyny paliwowej: 1) przyłącze przewodu podciśnienia, 2) regulator ciśnienia paliwa, 3) złącze czujnika temperatury paliwa, 4) złącze zasilające, 5) szyna paliwowa, 6) wtryskiwacz, 7) akumulator ciśnienia paliwa, 9) pierścień uszczelniający [3].

Regulator ciśnienia paliwa posiada dwie komory przedzielone elastyczną membraną, w których panuje z jednej strony podciśnienie powietrza a z drugiej strony ciśnienie paliwa. Utrzymanie właściwego ciśnienia następuje poprzez sterowanie ilością paliwa odprowadzaną do przelewu. Podciśnienie z kolektora dolotowego oddziałuje na membranę obciążoną sprężyną i zawór przelewu paliwa. Przy braku podciśnienia w regulatorze w szynie występuje ciśnienie równe ciśnieniu wytwarzanemu przez pompę paliwa.



**Rys. 29.** Zasada działania regulatora ciśnienia paliwa: 1) przyłącze podciśnienia, 2) złącze powrotu paliwa, A) komora podciśnienia powietrza, B) komora ciśnienia paliwa [3].

Wspólnym elementem układu jest szyna paliwowa, w której znajduje się paliwo o właściwym ciśnieniu zasilające wszystkie wtryskiwacze. Ilość wtryskiwaczy odpowiada ilości cylindrów. Wtrysk paliwa na grzybek zaworu ssącego następuje, gdy sterownik silnika uruchomi zawór elektromagnetyczny właściwego wtryskiwacza. Zmiana dawki paliwa następuje poprzez zmianę czasu otwarcia wtryskiwacza. Regulacją obrotów biegu jałowego steruje zawór obejściowy podając dodatkowe powietrze za przepustnicę.

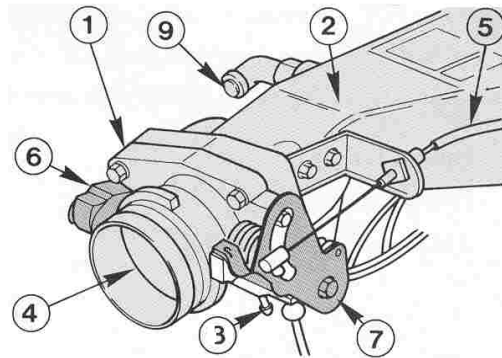


**Rys. 30.** Zasada działania wtrysku wielopunktowego: 1) szyna paliwowa, 2) kanał zasilający wtryskiwacze, 3) króciec powrotu paliwa, 4) regulator ciśnienia, 5) wtryskiwacz, 6) kanał zasilający, 7) wewnętrzna komora paliwowa, 8) pierścień uszczelniający, 9) kolektor ssący, 10) uszczelka kolektora, 11) kanał ssący głowicy, 12) zawór ssący [3].

W układach wtrysku wielopunktowego, w odróżnieniu od wtrysku jednopunktowego, przez gardziel przepustnicy przepływa samo powietrze. Mieszanka paliwa z powietrzem powstaje dopiero w kanale dolotowym przed zaworem ssącym. Powietrze jest oczyszczane przez wkład filtra powietrza. W nowoczesnych układach przepustnica jest uruchamiana silnikiem krokowym na podstawie odczytu położenia potencjometru pedału przyspieszenia.

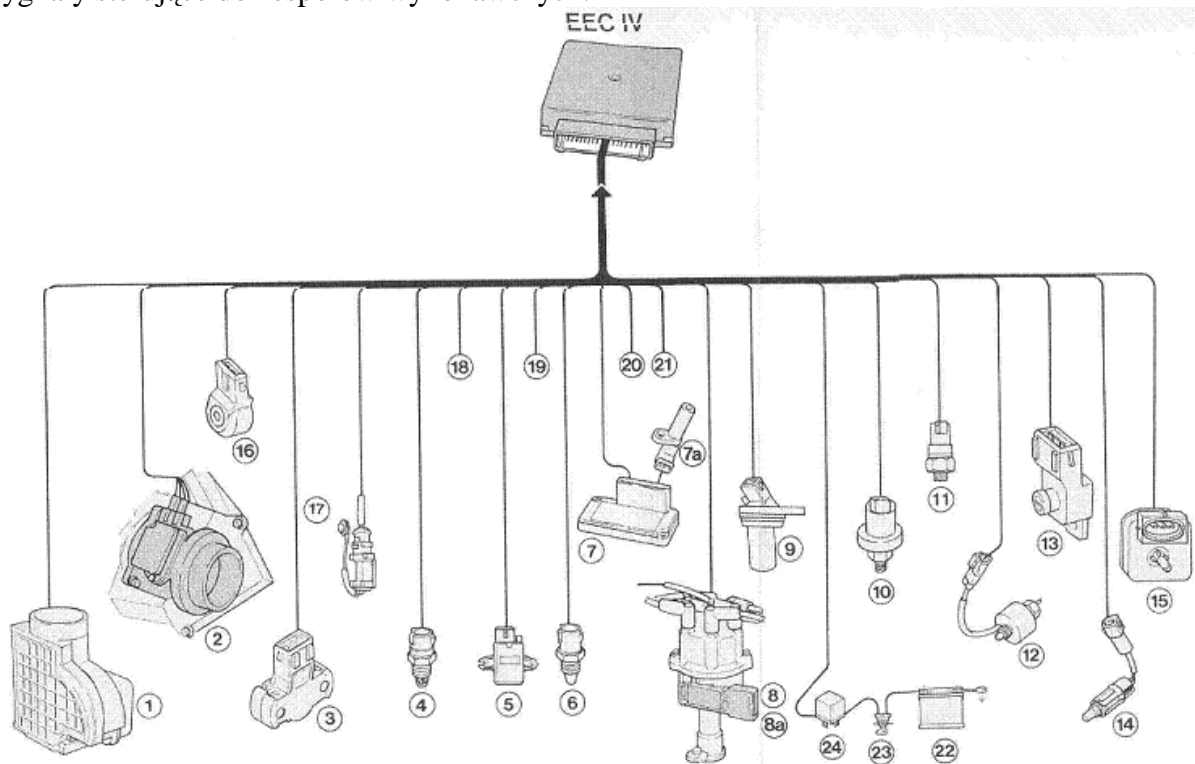
W dotychczasowych rozwiązaniach pedał przyspieszenia połączony jest ciągnem elastycznym z przepustnicą.





**Rys. 31.** Zespół przepustnicy: 1) zespół przepustnicy, 2) kolektor dolotowy, 3) złącze podciśnienia 4) przepustnica, 5) ciągnio sterujące przepustnicą, 6) potencjometr położenia przepustnicy, 7) krzywka [3].

Pracą silnika (dawkowaniem paliwa i działaniem układu zapłonowego steruje sterownik silnika, do którego docierają sygnały z różnych czujników. Na ich podstawie moduł wysyła sygnały sterujące do zespołów wykonawczych.



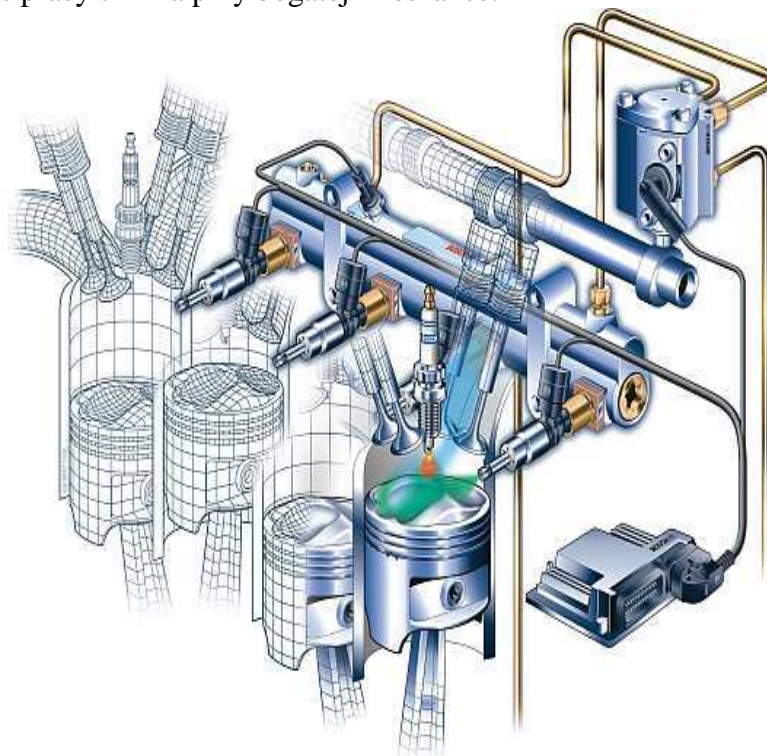
**Rys. 32.** Schemat układu sterowania silnika: 1) przepływomierz z uchyloną łopatką (w starszych rozwiązaniach), 2) przepływomierz powietrza MAF, 3) potencjometr przepustnicy, 4) czujnik temperatury powietrza, 5) czujnik ciśnienia bezwzględnego w kolektorze ssącym, 6) czujnik temperatury silnika, 7) moduł zapłonowy E-DIS, 8) czujnik położenia wału korbowego, 9) czujnik położenia wałka rozrządu, 10) czujnik ciśnienia w układzie wspomagania, 11) czujnik temperatury paliwa, 12) czujnik prędkości pojazdu, 13) regulacja zawartości CO w spalinach (tylko w starszych rozwiązaniach), 14) sonda lambda, 15) przetwornik ciśnienia, 16) czujnik spalania stukowego, 17) wtyczka serwisowa, 18) przełącznik położenia neutralnego, 19) przełącznik kickdown, 20) przełącznik uruchomienia hamulca, 21) włącznik klimatyzacji, 22) akumulator, 23) wyłącznik zapłonu, 24) przebiegocznik [3].

**Bezpośredni wtrysk benzyny GDI (BDE)** do cylindra jest jednym ze sposobów uwarstwienia mieszanki w cylindrze. Układy takie znajdują się obecnie w fazie rozwoju. System sterowania wtryskiem jest projektowany tak, aby dostarczyć potrzebne paliwo z prawidłowym ciśnieniem w układzie paliwowym (prawidłowa masa i stopień rozdrobnienia paliwa). Kolejne wtryski synchronizowane są z procesem roboczym. Sygnał sterujący (czas

otwarcia wtryskiwacza) ma charakter impulsu o pewnej długości czasowej. Dłuższy impuls oznacza zwiększenie wtrysniętej dawki paliwa.

Sterowanie wtryskiem składa się z kilku faz. Pierwsza faza wyznacza chwilę początku wtrysku bazując na pomiarze numeru cylindra oraz położenia wału korbowego (faza synchronizacji). Następnie w oparciu o warunki pracy silnika wybierana jest zadawana wartość współczynnika nadmiaru powietrza  $\lambda$  (faza strategii). Znając wartość zadanego składu mieszanki następuje faza szacowania masy zasysanego powietrza w oparciu o wskazania zestawu czujników pomiarowych (charakterystyka statyczna napełniania) oraz model procesów zachodzących w kolektorze dolotowym (korekcja zjawisk dynamicznych). Następnie dokonywana jest korekcja czasu wtrysku zgodnie z aktualnym napięciem akumulatora (korekcja). W sytuacji, gdy zadana jest mieszanka stechiometryczna obliczenia kończy faza regulacji bazująca na obecnych i wcześniejszych wskazaniach czujnika tlenu.

Zużycie paliwa jest mniejsze o około 20%, szczególnie w cyklu miejskim. Silnik współpracuje z katalizatorem akumulującym tlenki azotu, którego regeneracja następuje podczas pracy silnika przy bogatej mieszance.

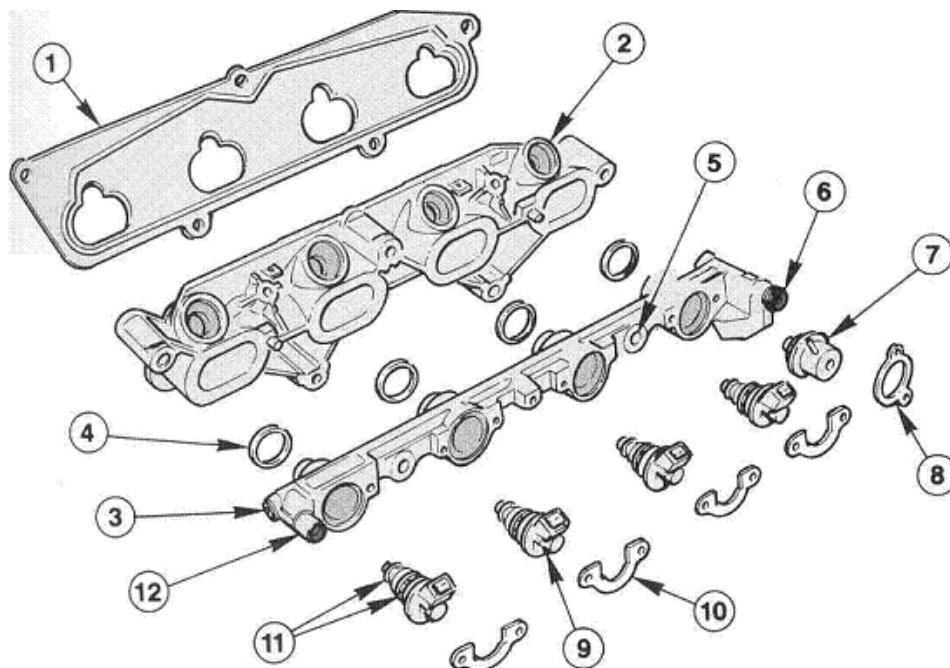


**Rys. 33.** Układ wtrysku bezpośredniego [9].

Demontaż i montaż wielopunktowego układu wtryskowego powinien być prowadzony w oparciu o dokumentację serwisową. Należy przestrzegać przepisowych momentów dokręcania połączeń gwintowych, stosowania nowych uszczelnień oraz właściwej kolejności montażu. Podczas prac z układem zasilania należy zachować szczególną ostrożność i czystość.

W układach wielopunktowego układu wtryskowego szynę paliwową można wyjąć w całości a następnie można wymontować poszczególne wtryskiwacze. Konieczna jest zawsze wymiana uszczelnień.

Wszystkie czujniki można wyjąć po wcześniejszym ich odkręceniu.



**Rys. 34.** Demontaż szyny paliwowej: 1) uszczelka kolektora dolotowego, 2) kolektor dolotowy, 3) szyna paliwowa, 4) uszczelniając szyny paliwowej, 5) mocowanie szyny paliwowej, 6) złącze powrotne paliwa, 7) regulator ciśnienia paliwa, 8) uszczelniając regulatora ciśnienia, 9) wtryskiwacz, 10) płytki mocujące wtryskiwacze, 11) pierścienie uszczelniające wtryskiwaczy, 12) paliwowe złącze zasilające [3].

### 4.3.2. Pytania sprawdzające

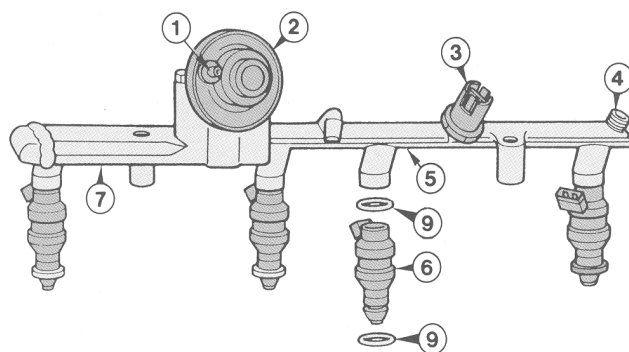
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. W jaki sposób działają wielopunktowe układy wtryskowe?
2. Jakie zespoły i części można wyróżnić w układach wielopunktowych?
3. Czym różnią się układy jedno i wielopunktowe?
4. W jaki sposób następuje regulacja prędkości obrotowej silnika?
5. Jakie zasady obowiązują podczas montażu i demontażu wielopunktowych układów wtryskowych?

### 4.3.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Odszukaj w pojeździe elementy wielopunktowego układu zasilania. Przeanalizuj budowę i działanie układu, określ właściwości użytych materiałów. Nazwij wskazane na rysunku elementy zespołu.



**Rysunek do ćwiczenia 1 [3].**

- 1 .....
- 2 .....
- 3 .....
- 4 .....
- 5 .....
- 6 .....
- 7 .....
- 8 .....
- 9 .....

#### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wyjaśnić budowę oraz zasadę działania wielopunktowego wtrysku paliwa,
- 2) przeanalizować rysunek układu,
- 3) odszukać w pojeździe elementy układu wtryskowego,
- 4) określić właściwości materiałów stosowanych w układach zasilania,
- 5) nazwać wskazane części,
- 6) zaprezentować swoje rozwiązanie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód z wielopunktowym wtryskiem paliwa,
- modele układów wtryskowych,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

#### Ćwiczenie 2

Dokonaj wymiany uszczelniaczy wtryskiwaczy układu wtrysku wielopunktowego.

#### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) przygotować samochód do wykonania zadania,
- 3) sprawdzić stan techniczny narzędzi przez ich wzrokowe oględziny,
- 4) dokonać demontażu szyny paliwowej,
- 5) określić części składowe wielopunktowych układów wtryskowych,
- 6) dokonać wymiany uszczelniaczy wtryskiwaczy,
- 7) dokonać montażu szyny paliwowej,
- 8) sprawdzić jakość naprawy,
- 9) uporządkować swoje stanowisko pracy,
- 10) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód z wielopunktowym wtryskiem paliwa,
- pierścienie uszczelniające wtryskiwaczy,
- dokumentacja techniczna,
- zestaw narzędzi,
- klucz dynamometryczny,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

### Ćwiczenie 3

Dokonaj obsługi technicznej wielopunktowego układu wtryskowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) przygotować samochód do wykonania zadania,
- 3) wymienić filtr paliwa,
- 4) wymienić wkład filtra powietrza,
- 5) sprawdzić jakość swojej pracy,
- 6) uporządkować stanowisko pracy,
- 7) zaprezentować wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- samochód z wielopunktowym wtryskiem paliwa,
- filtr paliwa,
- wkład filtra powietrza,
- dokumentacja techniczna,
- zestaw narzędzi,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

#### 4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1. rozpoznać układ zasilania silnika ZI?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. zlokalizować w pojeździe wskazany element wtrysku wielopunktowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. dokonać wymiany szyny paliwowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. dokonać wymiany wtryskiwaczy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. dokonać wymiany elektrycznej pompy paliwa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. dokonać wymiany filtra paliwa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

### Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań dotyczących montażu i demontażu układów zasilania silników ZI. Zadania są wielokrotnego wyboru i tylko jedna odpowiedź jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi:
  - w pytaniach wielokrotnego wyboru zaznacz prawidłową odpowiedź X (w przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową).
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
8. Czas trwania testu – 45 minut.
9. Maksymalna liczba punktów, jaką można osiągnąć za poprawne rozwiązanie testu wynosi 20 pkt.

**Powodzenia**

### Materiały dla ucznia:

- instrukcja dla ucznia,
- zestaw zadań testowych,
- karta odpowiedzi.

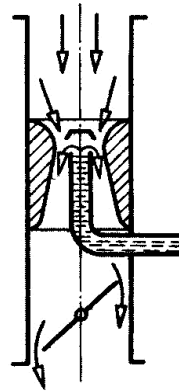
### ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. W skład układu zasilania wchodzi:
  - a) wtryskiwacz.
  - b) zasilacz stabilizowany.
  - c) rozrusznik.
  - d) alternator.
2. W gaźnikowym układzie zasilania nie występuje
  - a) przepustnica.
  - b) dysza.
  - c) rozpylacz.
  - d) wtryskiwacz elektromagnetyczny.
3. Wypływ paliwa z rozpylacza w gaźniku występuje wskutek
  - a) podciśnienia w gardzieli.
  - b) ciśnienia paliwa.
  - c) różnicy poziomów cieczy.
  - d) działania zaworu iglicowego.

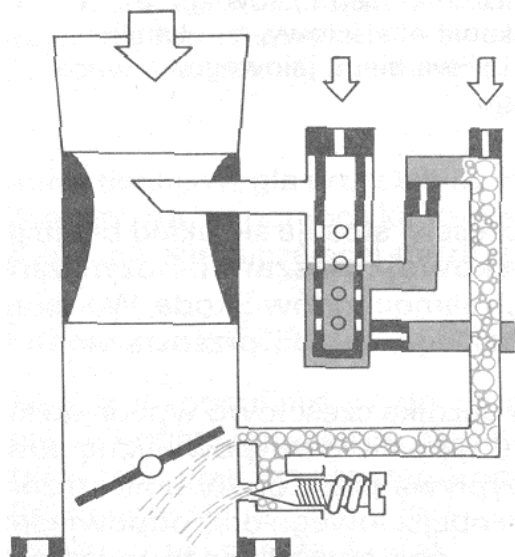
4. Zawór iglicowy
  - a) odcina wypływ paliwa podczas hamowania silnikiem.
  - b) odcina wypływ paliwa po wyłączeniu silnika.
  - c) reguluje dopływ paliwa do komory pływakowej.
  - d) napowietrza mieszankę paliwową.
  
5. Pływak współpracuje z
  - a) zaworem iglicowym.
  - b) przepustnicą powietrza.
  - c) przepustnicą mieszanki.
  - d) gardzielą.
  
6. Wysoki poziom paliwa w komorze pływakowej może powodować
  - a) ubogą mieszankę,
  - b) bogatą mieszankę,
  - c) spalanie detonacyjne,
  - d) samozapłon.
  
7. Dysze gaźnika czyścimy
  - a) drutem.
  - b) wiertłem.
  - c) sprężonym powietrzem.
  - d) wodą.
  
8. W układach gaźnikowych najczęściej stosuje się pompy
  - a) tłokowe.
  - b) wirnikowe.
  - c) zębate.
  - d) przeponowe.
  
9. We wtryskowych układach zasilania wypływ paliwa jest powodowany poprzez występowanie
  - a) ciśnienia paliwa.
  - b) podciśnienia paliwa.
  - c) podciśnienia powietrza.
  - d) ciśnienia powietrza.
  
10. Wielkość dawki paliwa jest regulowana w układach wtryskowych poprzez zmianę
  - a) czasu otwarcia wtryskiwacza.
  - b) skoku wtryskiwacza.
  - c) ciśnienia paliwa.
  - d) wydajności pompy paliwa.
  
11. Układy wtrysku SEFI (SFI) to układy
  - a) jednopunktowe.
  - b) gaźnikowe.
  - c) wielopunktowe sekwencyjne.
  - d) wtrysku bezpośredniego.

12. Układy wtrysku CFI to układy
- jednopunktowe.
  - gaźnikowe.
  - wielopunktowe sekwencyjne.
  - wtrysku bezpośredniego.
13. W czasie montażu wtryskiwaczy należy użyć
- czujnika zegarowego.
  - szczelinomierza.
  - nowych uszczelnień.
  - nowych zawleczek.
14. W układach wtryskowych stosuje się pompy z napędem
- mechanicznym.
  - pneumatycznym.
  - elektrycznym.
  - hydraulicznym.

15. Na rysunku przedstawiono schemat gaźnika
- bocznossącego.
  - górnossącego.
  - dolnossącego.
  - opadowego.



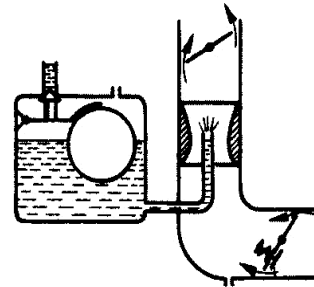
16. Rysunek przedstawia schemat działania układu
- rozruchowego z dodatkowym gaźnikiem.
  - rozruchowego z przepustnicą powietrza.
  - biegu jałowego z układem przejściowym.
  - kompensacyjnego.



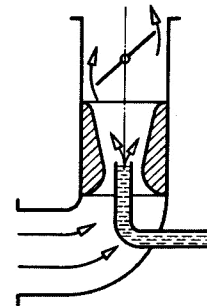


17. Cechą charakterystyczną wtrysku jednopunktowego jest
- sekwencyjność dawkowania.
  - dawkowanie paliwa przed przepustnicą.
  - jednoczesne działanie wszystkich wtryskiwaczy.
  - dawkowanie paliwa za przepustnicą.

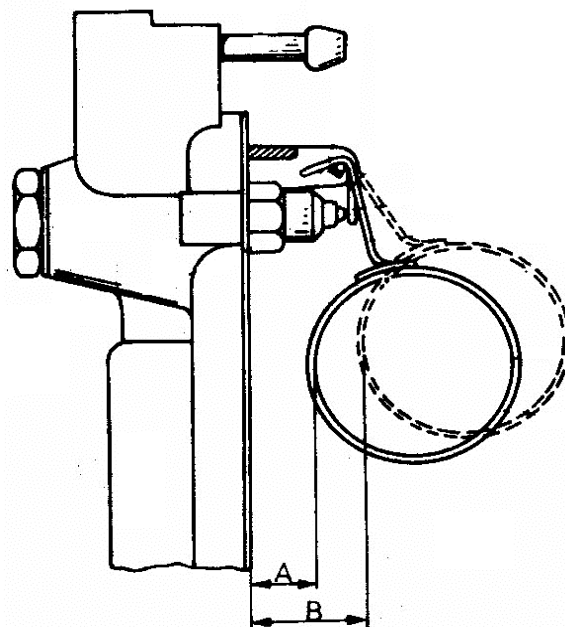
18. Na rysunku przedstawiono gaźnik z urządzeniem rozruchowym z
- przepustnicą powietrza.
  - zespólnym gaźnikiem rozruchowym.
  - elektronicznym nastawnikiem.
  - podgrzewaniem cieczowym.



19. Na rysunku przedstawiono schemat gaźnika
- bocznossącego.
  - górnossącego.
  - dolnossącego.
  - opadowego.



20. W celu zmniejszenia poziomu paliwa w komorze pływakowej należy wartość
- „A” zwiększyć.
  - „A” zmniejszyć.
  - „B” zwiększyć.
  - „B” zmniejszyć.



## KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko .....

### Wykonywanie montażu i demontażu układów zasilania silników z zapłonem iskrowym

Zakreśl poprawną odpowiedź.

Numer zadania	Odpowiedź				Punktacja
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
11	a	b	c	d	
12	a	b	c	d	
13	a	b	c	d	
14	a	b	c	d	
15	a	b	c	d	
16	a	b	c	d	
17	a	b	c	d	
18	a	b	c	d	
19	a	b	c	d	
20	a	b	c	d	
	<b>Razem:</b>				

## 6. LITERATURA

1. Kasedorf J.: Gaźniki. WKiŁ, Warszawa 2002
2. Rychter T.: Mechanik pojazdów samochodowych. WSiP, Warszawa 2006
3. Szkolenia serwisowe – układy zasilania silników z zapłonem iskrowym
4. Trzeciak K.: Diagnostyka samochodów osobowych. WKiŁ, Warszawa 2005
5. Trzeciak K.: Gaźnik. WKiŁ, Warszawa 1989
6. Układy wtryskowe benzyny. Wydawnictwo AUTO, Warszawa
7. Ubysz A.: Teoria trakcyjnych silników spalinowych. Politechnika Śląska, Gliwice 1991
8. Ubysz A., Peszak J.: Systemy zasilania silników samochodowych. Politechnika Śląska, Gliwice 1992
9. [www.motogazeta.mojeauto.pl/cms/?id=11793](http://www.motogazeta.mojeauto.pl/cms/?id=11793)