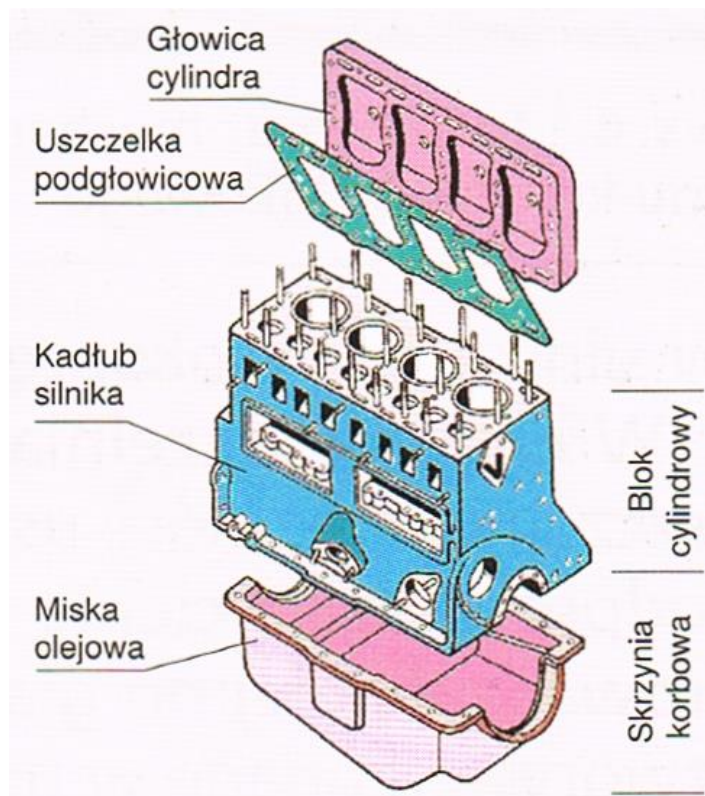


Budowa i zasada działania tłokowych silników spalinowych.

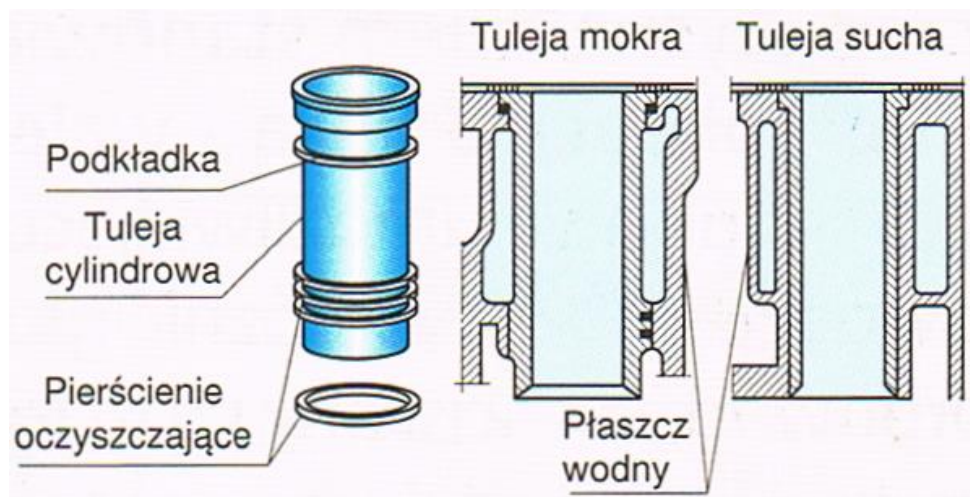
Stałe części silnika spalinowego stanowiące jego szkielet to zwykle żeliwny kadłub, który zamknięty jest głowicą przykręconą śrubami (rysunek).

Schemat kadłuba silnika z głowicą



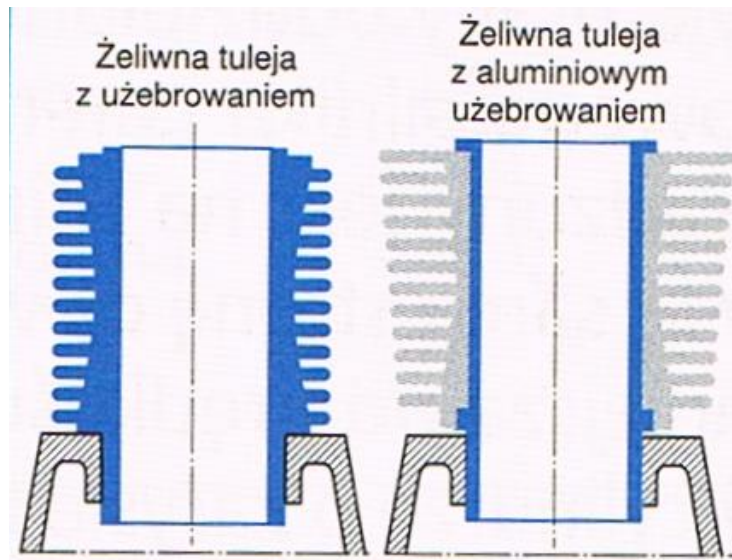
W kadłubie można wydzielić dwie części: górną - blok cylindrowy z cylindrami wewnątrz i dolną rozszerzoną część kadłuba - skrzynię korbową, (w której pracuje wał korbowy) zamkniętą od spodu misą olejową. Cylindry są wstawiane do bloku kadłuba jako tuleje cylindrowe (rysunek).

Schemat tulei cylindrowych silnika



W bloku cylindrowym kadłuba znajduje się płaszcz wodny, w którym przepływa ciecz chłodząca silnik. Silniki chłodzone powietrzem posiadają bloki cylindrowe uźebrowane, co zwiększa powierzchnię i ułatwia odprowadzanie ciepła (rysunek).

Schemat cylindra chłodzonego powietrzem

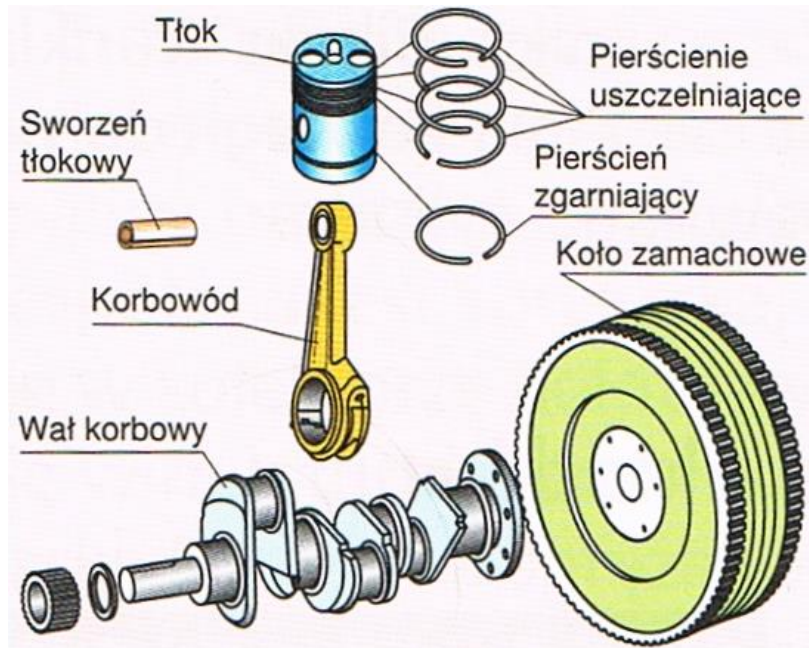


W kadłubach silników dwusuwowych wykonane są okna i kanały, które doprowadzają mieszankę i odprowadzają spaliny. Skrzynia korbowa jest podzielona na tyle niezależnych segmentów ile tłoków posiada silnik. Głowica zamyka cylinder od góry i często służy do usytuowania zaworów. W głowicach umieszczone są komory spalania niektórych silników spalinowych.

Układ korbowy

Układ korbowy silnika składa się z wału korbowego z kołem zamachowym, tłoka z pierścieniami uszczelniającymi i korbowodu łączącego tłok z wałem korbowym.

Schemat mechanizmu korbowo-tłokowego



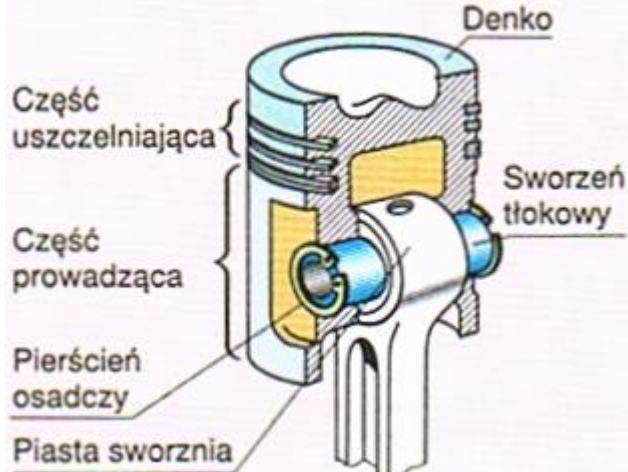
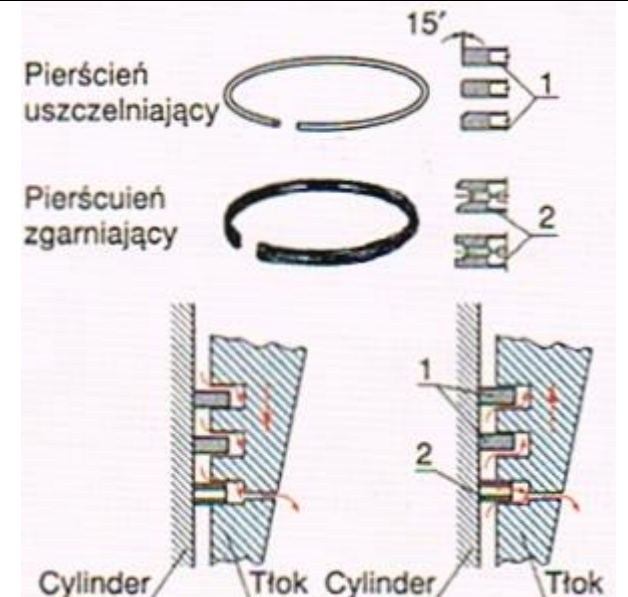
Tłoki budowane są z innego materiału niż cylinder (niebezpieczeństwo sklejenia przy krzepnięciu metalu). Luz montażowy między cylindrem a tłokiem wynosi 0,02 mm. Materiały na tłoki są lekkie, dobrze przewodzące ciepło, odporne na korozję. Mają małą rozszerzalność cieplną i odporność na ścieranie. Na tłoku można wyróżnić część uszczelniającą z pierścieniami uszczelniającymi i smarującymi oraz część prowadzącą. Górną część tłoka stanowi denko, które często posiada wycięcia dla zaworów lub (w silnikach wysokoprężnych) komorę spalania.

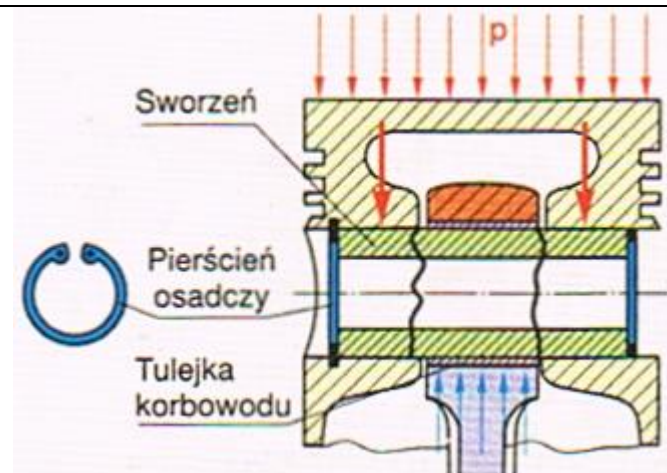
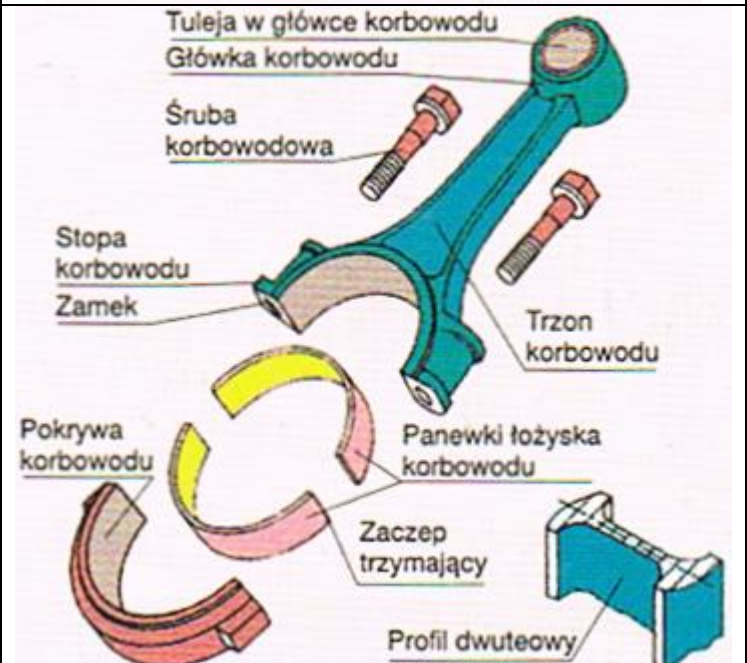
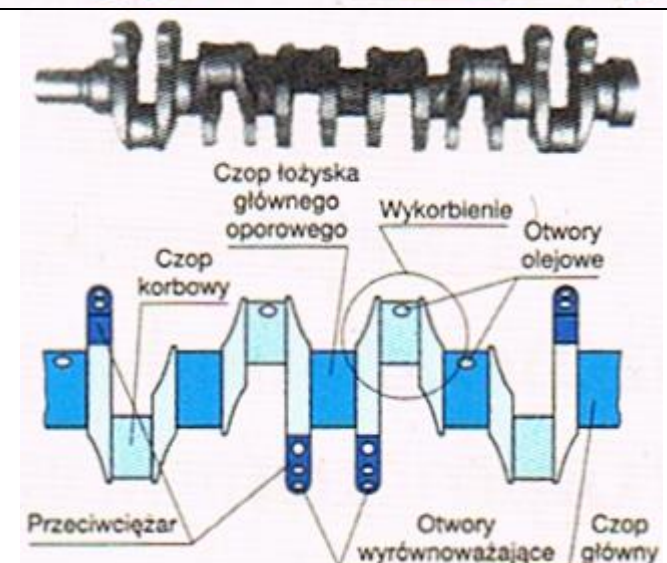
W części uszczelniającej tłoka wykonane są rowki na pierścienie uszczelniające, które uszczelniają ruchome połączenia tłoka z cylindrem i odprowadzają ciepło do ścianek cylindra. Pierścienie zgarniające rozprawdzają olej po gładzi cylindrowej i zgarniają nadmiar oleju przez otwory wykonane w rowku pierścienia.

Część prowadząca posiada piasty służące do połączenia tłoka z korbowodem przy pomocy sworznia. Sworzeń to grubościenna rura osadzona w piastach i główce korbowodu obrotowo (pływająco). Zabezpieczenia przed wysunięciem stanowią dwa pierścienie.

Do połączenia tłoka z wałem korbowym służy korbowod. Połączenia te są przegubowe umożliwiające zmianę położenia tłoka i obrót wału. W korbowodzie można wyróżnić główkę, trzon i stopę korbowodu. Podczas pracy korbowod jest ściskany i rozciągany, działają na niego zmienne pulsujące siły. Przekrój korbowodu (trzon) ma kształt dwuteownika, co zwiększa sztywność i odporność na wyboczenie. Główka jest zwykle ułożyskowana ślizgowo tulejką, natomiast stopa posiada łożyska ślizgowe dzielone (panewkę).

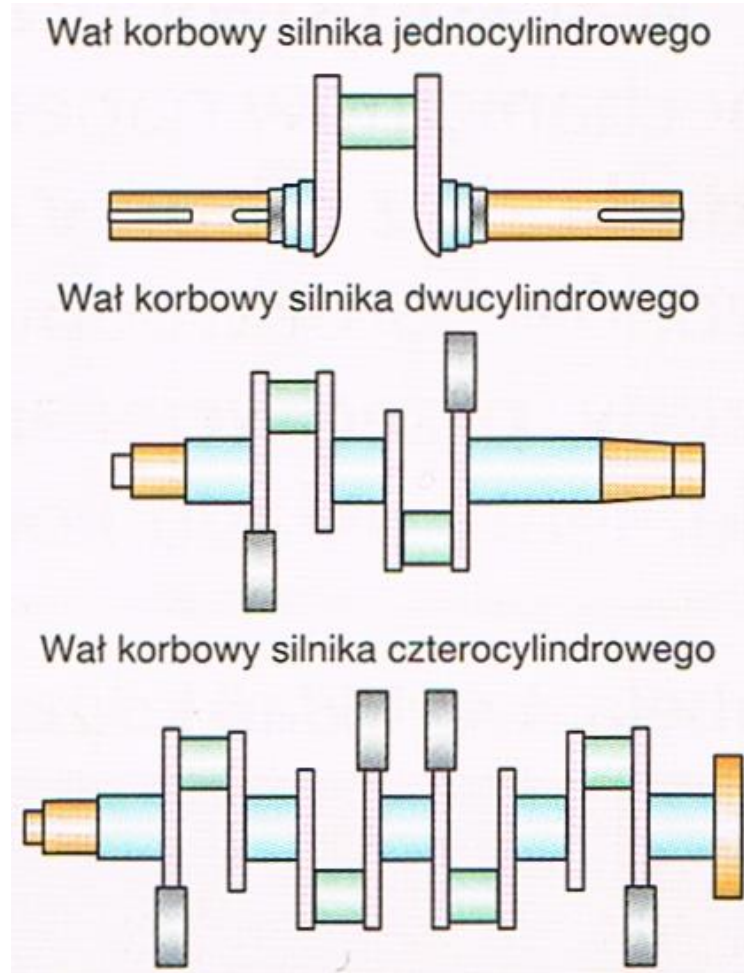
Wał korbowy przejmuje energię z korbowodów, przekazuje ją do mechanizmów napędzanych w postaci ruchu obrotowego. Wał korbowy składa się z czopów głównych (zamocowanie wału w skrzyni korbowej), czopów korbowodowych (połączenia z korbowodami), ramion łączących czopy, przeciwcieżarów i kołnierza do mocowania koła zamachowego. Elementy układu korbowego prezentuje tabela.

Element układu korbowego	Charakterystyka	Rysunek
<p style="text-align: center;">Tłok</p>	<p>stanowi ruchome, ale szczelne zamknięcie cylindra od dołu. Umożliwia ono zmianę objętości komory sprężania w cylindrze. Tłok przenosi nacisk gazów spalinowych na wał korbowy za pomocą korbowodu.</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a piston assembly. Labels include: Denko (crown), Część uszczelniająca (sealing part), Część prowadząca (guide part), Pierścień osadczy (oil ring), and Piasta sworznia (connecting rod pin). The piston is shown connected to a connecting rod, which is attached to a crankshaft pin (Sworzeń tłokowy).</p>
<p style="text-align: center;">Pierścienie uszczelniające i smarujące</p>	<p>uszczelniają ruchome połączenie tłoka z cylindrem i odprowadzają ciepło do ścianek cylindra a także smarują jego powierzchnię</p>	 <p>The diagram illustrates the function of the rings. It shows a cross-section of the cylinder and piston. Labels include: Pierścień uszczelniający (sealing ring), Pierścień zgarniający (scraper ring), 15' (oil ring), 1 (scraper ring), 2 (sealing ring), Cylinder, and Tłok (piston). The diagram shows the rings in operation, with the scraper ring (1) removing excess oil from the cylinder wall and the sealing ring (2) preventing oil from entering the combustion chamber.</p>

<p>Sworzeń i pierścienie osadcze</p>	<p>łączy przegubowo tłok z korbowodem</p>	
<p>Korbowód</p>	<p>stanowi ruchome połączenie tłoka z wałem korbowym, umożliwia zmianę położenia tłoka i obrót wału</p>	
<p>Wał korbowy</p>	<p>wał korbowy przejmuje energię z korbowodów, przekazuje ją w formie ruchu obrotowego</p>	

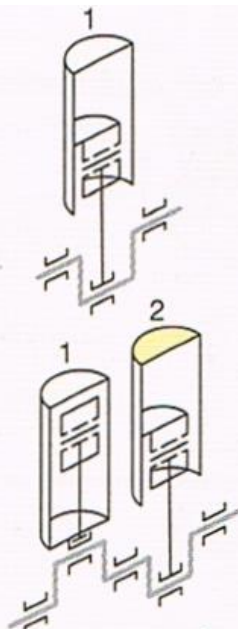
Wał silnika wielocylindrowego i jednocylindrowego różni się liczbą wykorbień, która jest równa liczbie cylindrów silnika.

Konstrukcje wałów korbowych silnika

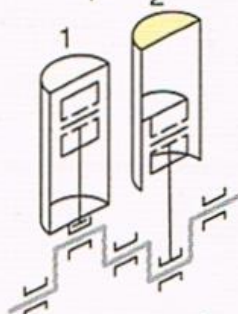


Rozmieszczenie wykorbień na wale decyduje o kolejności pracy cylindrów silnika. Większa liczba cylindrów korzystnie wpływa na pracę silnika, ponieważ suwy pracy następują po sobie (silnik 4 cylindrowy) lub zachodzą na siebie (silnik 6 cylindrowy, rysunek).

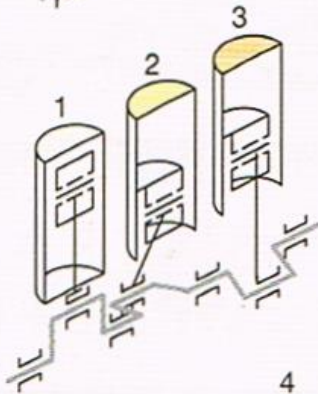
Schemat pracy silnika z różną konstrukcją wału korbowego



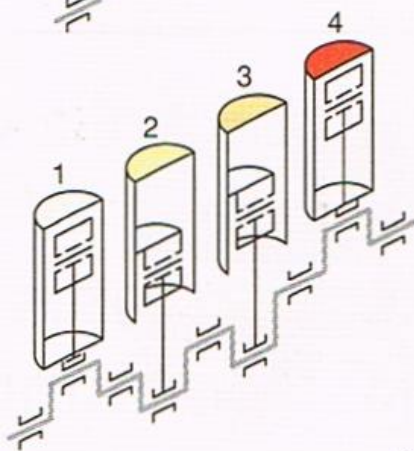
	0	180	360	540	720	
Kolejność pracy	1	5	3	6	2	4
Cylinder 1	Praca	Wy.	Ss.	Spr.		



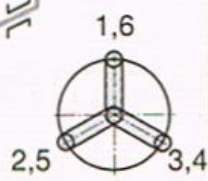
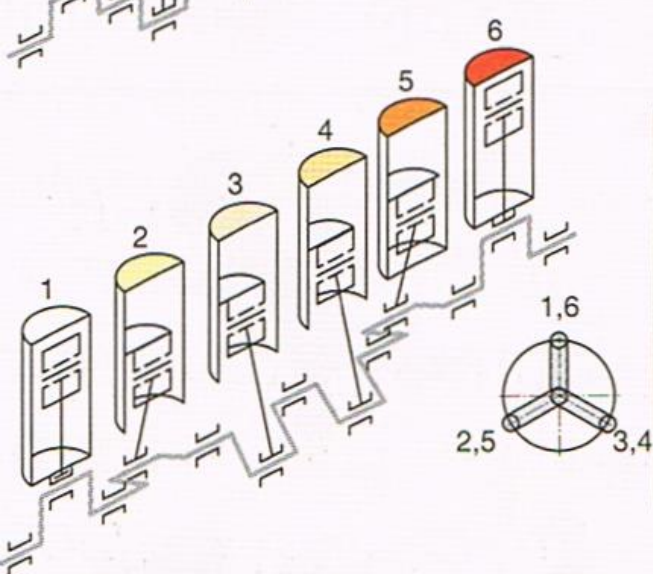
	1	5	3	6	2	4
Kolejność pracy	1	5	3	6	2	4
Cylinder 1	Praca	Wy.	Ss.	Spr.		
Cylinder 2	Wy.	Ss.	Spr.	Praca		



	1	5	3	6	2	4
Kolejność pracy	1	5	3	6	2	4
Cylinder 1	Praca	Wy.	Ss.	Spr.		
Cylinder 2	Wy.	Ss.	Spr.	Praca		
Cylinder 3		Praca	Wy.	Ss.	Spr.	



	1	5	3	6	2	4
Kolejność pracy	1	5	3	6	2	4
Cylinder 1	Praca	Wy.	Ss.	Spr.		
Cylinder 2	Wy.	Ss.	Spr.	Praca		
Cylinder 3	Spr.	Praca	Wy.	Ss.		
Cylinder 4	Ss.	Spr.	Praca	Wy.		



	1	5	3	6	2	4
Kolejność pracy	1	5	3	6	2	4
Cylinder 1	Praca	Wy.	Ss.	Spr.		
Cylinder 2	Wy.	Ss.	Spr.	Praca		
Cylinder 3		Spr.	Praca	Wy.	Ss.	
Cylinder 4		Wy.	Ss.	Spr.	Pr.	
Cylinder 5	Spr.	Praca	Wy.	Ss.		
Cylinder 6	Ss.	Spr.	Praca	Wy.		

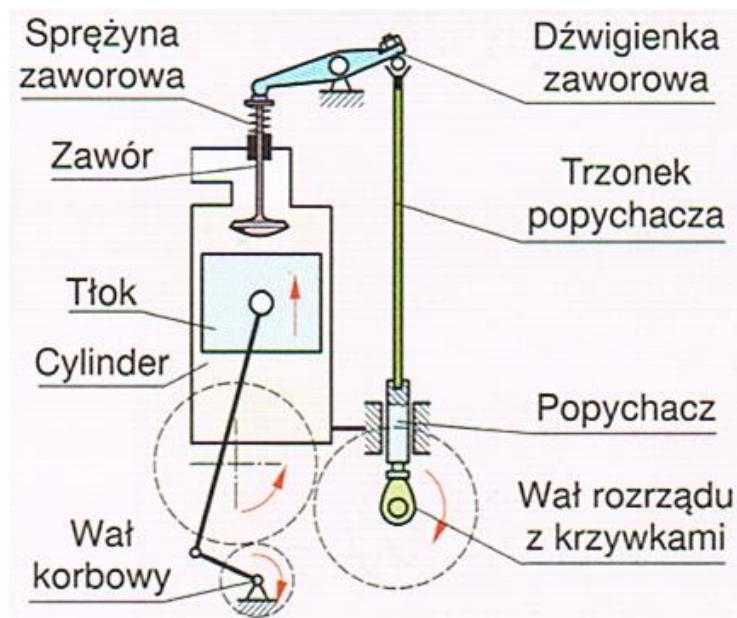
Na wał działają siły pochodzące od nacisku gazów na tłok i siły bezwładności wirujących mas. Są to siły zginające i skręcające. Aby uniknąć drgań silnika stosuje się wyrównoważenie wału przeciwartkami umieszczanymi na ramionach po przeciwnej stronie wykorbienia wału. Jest on wewnątrz wiercony, co umożliwia umieszczenie magistrali olejowej dostarczającej olej do obracających się czopów głównych i korbowodowych. Na końcu wału montuje się koło zamachowe do kołnierza, które wyrównuje działanie sił bezwładności gromadząc energię z suwu pracy i równomiernie oddając w czasie pozostałych suwów. Koło zamachowe wykorzystywane jest do rozruchu silnika przez wieniec zębaty umieszczony na jego obwodzie. Na drugim końcu wału umieszczone jest koło zębate do napędu wałka rozrządu i koło pasowe do napędu pompy wodnej i alternatora.

Układ rozrządu

Układ rozrządu w silniku spalinowym otwiera i zamyka zawory, umożliwiając napełnianie cylindra powietrzem lub mieszanką paliwowo- powietrzną. Rozrząd może być realizowany bezzaworowo (w silnikach dwusuwowych), gdzie tłok zasłania lub odsłania odpowiednie kanały w odpowiednim czasie. Zaworowy układ rozrządu realizowany jest za pomocą zaworów grzybkowych, może być dolno- i górnozaworowy.

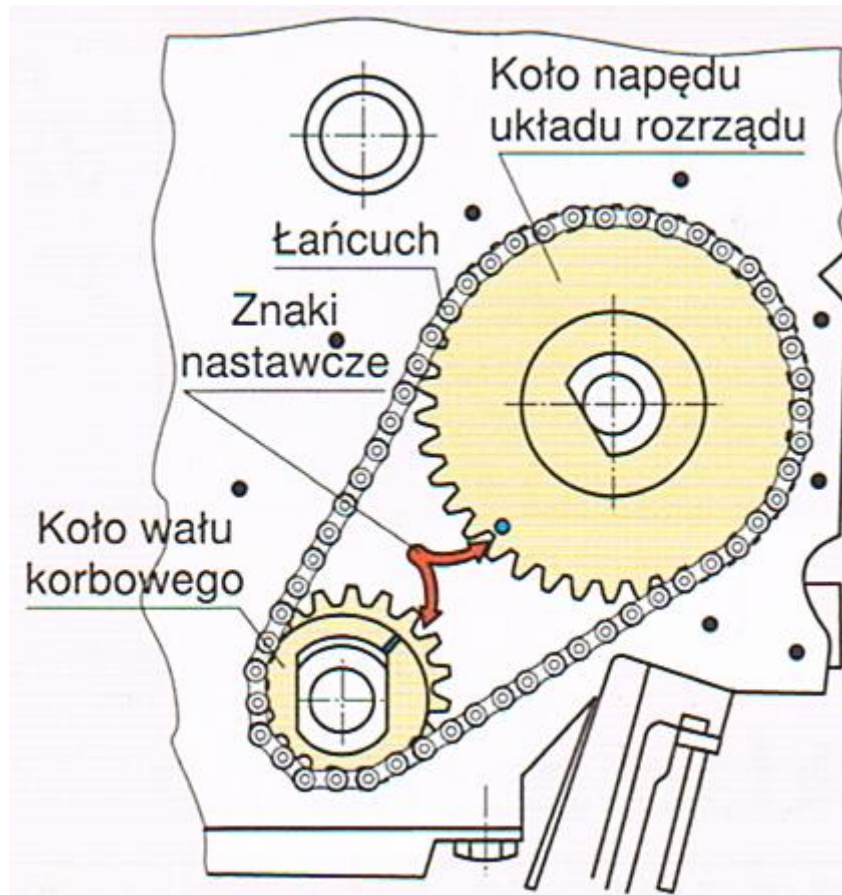
Obecnie ciągniki wyposażane są w wysokoprężne silniki spalinowe z górnozaworowym układem rozrządu. Układ rozrządu składa się z wałka rozrządu z krzywkami, popychaczy, trzonek popychaczy, dźwigni zaworowych, zaworów ze sprężynami.

Schemat górnozaworowego układu rozrządu



Wał rozrządu napędzany jest od wału korbowego kołami zębatymi, przekładnią łańcuchową lub przekładnią pasową z pasem zębatym. Wał rozrządu wykonuje jeden obrót na dwa obroty wału korbowego. Aby zapewnić całkowite napełnianie cylindra powietrzem (lub mieszanką) i dokładne opróżnianie cylindra ze spalin, wały muszą być ze sobą zsynchronizowane. Zapewniają to znaki na kołach napędzających i napędzanych, które ułatwiają ustawienie tych kół względem siebie.

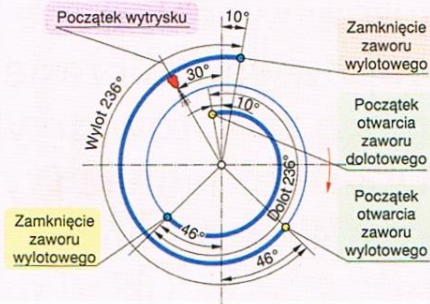
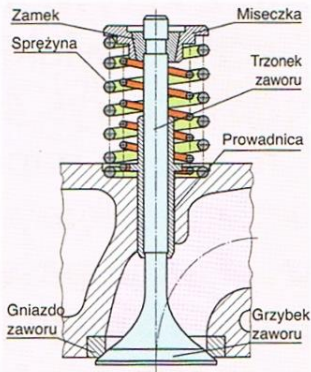
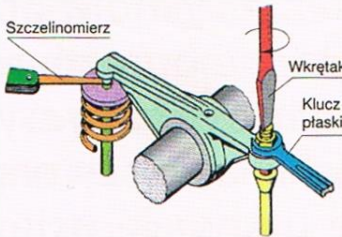
Znaki do ustawiania kół zębatych



Ponadto zawory muszą otwierać się w ściśle określonym czasie i z pewnym wyprzedzeniem. Gdy tłok przejdzie przez martwe punkty, to zawory powinny być już w pełni otwarte. Zamykanie zaworów natomiast powinno odbywać się z opóźnieniem.

Zawory montowane są w głowicy silnika i utrzymywane w pozycji zamkniętej sprężynami, pracują one w niekorzystnych warunkach wysokich temperatur i muszą utrzymywać szczelność cylindra. Niezbędnym warunkiem prawidłowej pracy układu rozrządu jest kontrola i regulacja luzu zaworowego. Nieprawidłowa wartość tego luzu powoduje obniżenie trwałości grzybków i gniazd zaworów, większe zużycie paliwa i zmniejszenie mocy silnika. Nowoczesne silniki posiadają układ rozrządu z hydrauliczną kompensacją luzu zaworowego. Rzeczywiste fazy rozrządu silnika ciągnikowego, mocowanie zaworu i jego regulacje przedstawia tabela.

Rzeczywiste fazy rozrządu silnika ciągnikowego, mocowanie zaworu i jego regulacje

Ustawienia układu rozrządu	Charakterystyka	Rysunek
<p>Rzeczywiste fazy rozrządu silnika ciągnikowego</p>	<p>Zawór ssący otwiera się 10° przed GMP, zamyka 46° po DMP. Zawór wydechowy otwiera się 46° przed DMP a zamyka 10° za GMP</p>	
<p>Zawór grzybkowy</p>	<p>Zawory umieszczone są w głowicy silnika i utrzymywane sprężynami</p>	
<p>Sposób regulacji zaworów</p>	<p>Luz zaworowy mierzy się między trzonkiem zaworu a dźwigenką zaworową, reguluje śrubą regulacyjną pomiędzy trzonkiem popychacza a dźwigenką</p>	

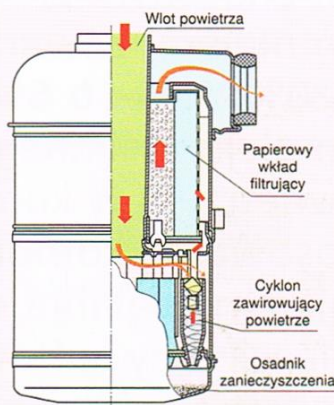
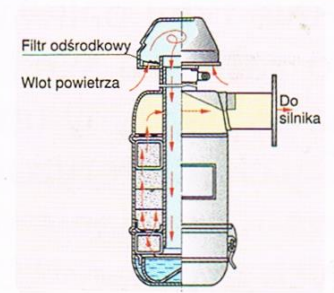
Układ zasilania

Zadaniem układu zasilania jest doprowadzenie do cylindra czystego powietrza i paliwa oraz przygotowanie ich mieszanki do spalania. Zasilanie silników w zależności od sposobu dostarczania paliwa różni się od siebie. W każdym silniku można wyróżnić:

1. urządzenia do zasilania silnika w powietrze,
2. urządzenia do zasilania silnika w paliwo:
 - a. silnik ZI - gaźnikowy układ zasilania,
 - b. silnik ZS - wtryskowy układ zasilania.

Powietrze dostarczane do cylindra powinno być oczyszczone (zwiększa trwałość silników) szczególnie silników w pojazdach rolniczych, które pracują w bardzo trudnych warunkach i dużym zapyleniu powietrza. Do tego celu stosuje się filtry powietrza bezwładnościowe lub pochłaniające. Bezwładnościowe działanie filtrów polega na częstej zmianie kierunku przepływu powietrza lub przez jego zawirowanie. Na zanieczyszczenia o większej masie działają siły bezwładności, które uniemożliwiają szybką zmianę kierunku ruchu i są wylapywane przez osadniki lub kąpiele olejowe. Filtry pochłaniające posiadają wkłady filtrujące papierowe, metalowe siatki lub wióry tworzące stosy filtrujące. Najczęściej stosuje się filtry kombinowane (multicyklonowe) łączące te metody, pracujące na sucho lub filtry pracujące na mokro. Osadniki filtrów należy czyścić co kilkadziesiąt godzin w zależności od środowiska pracy pojazdu. Wkłady filtrujące należy wymieniać - szczegółowe czynności obsługowe podają instrukcje obsługi ciągników. Porównanie filtrów ilustruje tabela.

Filtry powietrza stosowane w silnikach spalinowych

Rodzaj filtru	Charakterystyka	Rysunek
Filtr multicyklonowy	Filtr kombinowany bezwładnościowy, suchy z filtrem pochłaniającym	
Filtr mokry	Filtr bezwładnościowy mokry z siatkowym wkładem filtrującym	

Silniki spalinowe, aby wytworzyć ciepło w procesie spalania i zamienić je na energię mechaniczną wymagają dostarczenia paliwa i powietrza w odpowiednich proporcjach. Do spalania 1 kg paliwa pochodzenia naftowego należy dostarczyć 15 kg powietrza. Najbardziej

efektywnym sposobem spalania mieszanki jest spalanie całkowite i zupełne powodujące uzyskanie największych ilości ciepła. Cały węgiel [C] zawarty w paliwie jest spalany, w wyniku czego powstaje dwutlenek węgla [CO₂]. Spalany wodór [H] daje parę wodną [H₂O]. Przy niedostatecznym dostarczeniu tlenu do cylindra następuje spalanie niezupełne objawiające się obecnością w spalinach składników paliwa - tlenku węgla [CO], wodoru [H₂], które mogą ulegać dalszemu spalaniu. Niecałkowite spalanie charakteryzuje się obecnością w spalinach sadzy.

Do zasilania silników wysokoprężnych z zapłonem samoczynnym stosuje się oleje napędowe. Paliwa te charakteryzuje liczba cetanowa [LC], która określa zdolność paliwa do samozapłonu. Zależy on od temperatury powietrza w komorze spalania. W stosowanych paliwach liczba cetanowa wynosi 40-50. Innym parametrem określającym olej napędowy jest niepożądana zawartość siarki i temperatura krzepnięcia. Wyróżnia się olej napędowy letni DL - do 0°C i zimowy DZ o temperaturze blokowania filtrów paliwa - do -30°C. Alternatywne paliwa do silników ZS to oleje roślinne. Silniki zasilane tymi paliwami (olej rzepakowy, słonecznikowy) uzyskują sprawność podobną do zasilanych olejem napędowym przy wzroście zużycia paliwa około 10%, znacznym zmniejszeniu zadymienia spalin (50%) oraz znacznie mniejszej zawartości składników toksycznych (CO - o 35%, CH o 20%, NO - o 5%). Niekorzystne zjawiska związane ze stosowaniem oleju roślinnego to trudność dokładnego wymieszania paliwa z powietrzem w komorze spalania (większa lepkość paliw roślinnych - stosowanie komór wstępnych) i powstawanie osadów będących wynikiem spalania olejów. Ciągły wzrost cen paliw pochodzących z rafinacji ropy naftowej, ekologiczne zalety ekopaliw oraz konieczność stosowania energii z odnawialnych źródeł energii powoduje zainteresowanie tymi paliwami.

Do zasilania silników niskoprężnych z zapłonem iskrowym stosowane są benzyny (etylina to nazwa handlowa benzyn z dodatkami). Etyliny charakteryzuje liczba oktanowa [LO], która określa odporność paliwa na spalanie detonacyjne (niekontrolowany zapłon). W stosowanych etylinach LO wynosi 86, 94, 95 lub 98. W celu poprawienia odporności benzyny na samozapłon dodaje się do niej czteroetylek ołowiu i otrzymuje etylinę 86, etylinę 94 i etylinę 98. Obecnie szybko rozpowszechniane są paliwa bezołowiowe pozbawione toksycznych składników: benzyna bezołowiowa 98 i benzyna bezołowiowa uniwersalna U 95 (do samochodów bez katalizatora i z katalizatorem). Alternatywnym paliwem do silników ZI jest etanol produkowany z ziemniaków czy żyta. Zastosowanie 5% dodatku etanolu

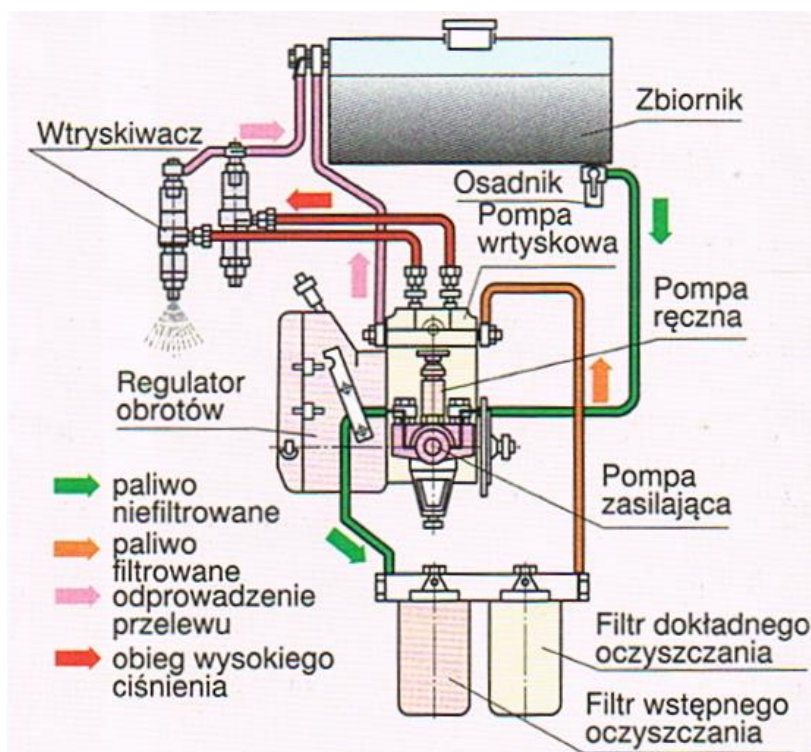
powoduje zmniejszenie o połowę szkodliwych związków. Innym paliwem powszechnie stosowanym jest mieszanina gazu propan-butan w stanie ciekłym LPG (Liquefied Petroleum Gas). Paliwa te charakteryzują się wyeliminowaniem dymienia silników i zmniejszeniem o około 80% składników toksycznych w wydalanych spalinach. Porównanie paliw przedstawia tabela.

Porównanie paliw silnikowych

Paliwo	Temperatura zapłonu w °C	Gęstość w g/cm³	Wartość opałowa w MJ/kg
Olej napędowy	~300	0,8-0,88	45
Benzyna	~120	0,7-0,75	42
Etanol	12-21	0,81	29,8
Propan-butan	60-95	0,54	46

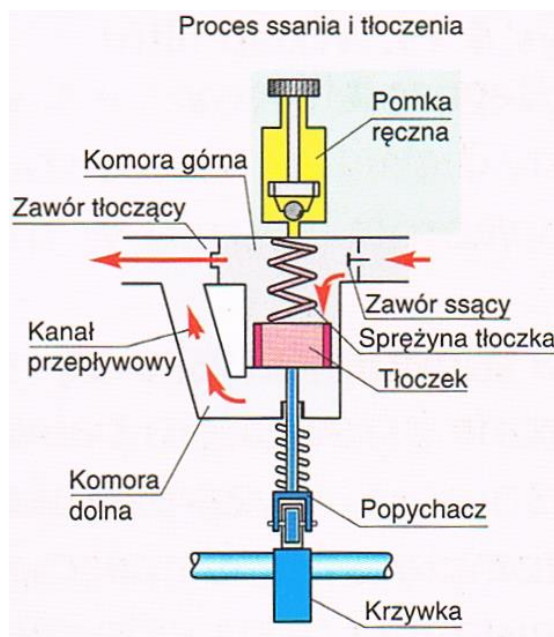
Układ zasilania silnika z ZS dostarcza paliwo do komory spalania silnika w odpowiednim czasie, odmierzonej dawce na każdy cylinder, odpowiedniej postaci umożliwiającej dobre wymieszanie z powietrzem i dużym ciśnieniu. Układ ten składa się ze zbiornika na paliwo, pompy zasilającej, filtrów paliwa, przewodów zasilających, pompy wtryskowej, przewodów wysokiego ciśnienia i wtryskiwacza. Pojemność zbiornika paliwa powinna zapewniać przynajmniej 10 godzin pracy ciągnika w pełnym obciążeniu. Pompka paliwowa przetłacza paliwo ze zbiornika przez filtr wstępny (osadnik) gdzie jest wstępnie oczyszczane z większych zanieczyszczeń (powyżej 0,6 mm) i wody, która osadza się w osadniku. Paliwo to musi być podawane w takiej ilości, aby zapewnić niezakłóconą pracę silnika przy maksymalnym obciążeniu.

Schemat wtryskowego układu zasilania silnika



Podawane paliwo przetłaczane jest przez filtry dokładnego oczyszczania pod ciśnieniem około 0,1 MPa, ponieważ filtry te stawiają znaczne opory podczas przepływu paliwa. Najczęściej stosowane są pompki tłoczkowe lub przeponowe, ale nowoczesne silniki wyposażane są w inne pompy podające paliwo. Charakterystyczną cechą tej części niskociśnieniowego układu zasilania jest wyposażenie go w możliwość ręcznego tłoczenia paliwa. Zwykle pompka zasilająca składa się z pompki mechanicznej (napędzanej od silnika) i pompki ręcznej.

Schemat tłoczkowej pompki zasilającej z pompką ręczną



Pompki przeponowe posiadają napęd od silnika i dodatkową dźwignię umożliwiającą ręczne tłoczenie paliwa. Do dokładnego oczyszczania paliwa z zanieczyszczeń większych niż 0,005 mm stosuje się dwukomorowe filtry o dwustopniowym sposobie filtrowania.

Dwukomorowy filtr paliwa



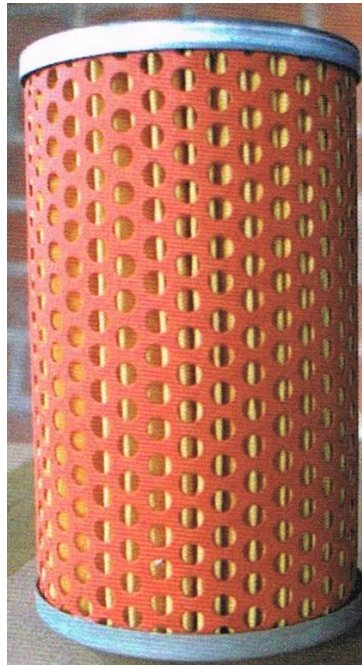
Pierwsza komora stanowi filtr wstępny zbudowany z wkładów papierowych lub filcowych,

Wkład filtru wstępnego filcowy



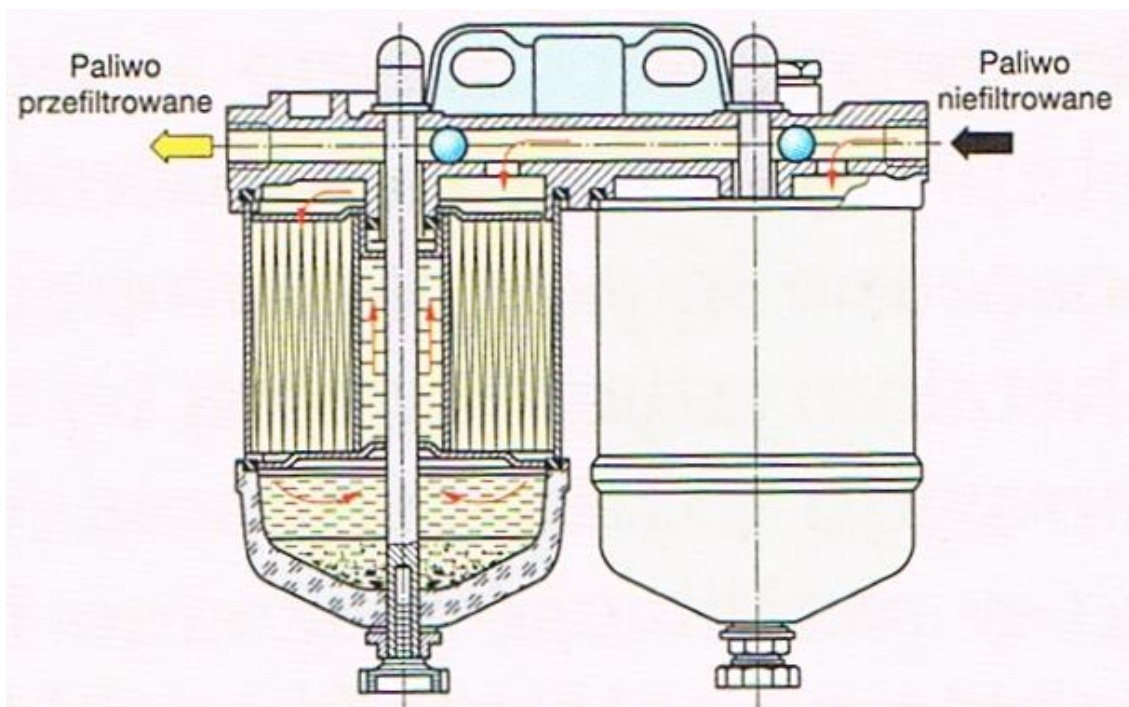
druga komora tworzy filtr dokładnego oczyszczania z wkładem papierowym.

Wkład filtru dokładnego oczyszczania - papierowy



Obecnie stosowane są filtry dwukomorowe z wymiennymi wkładami papierowymi wyposażonymi w osadniki wody.

Schemat filtru dwukomorowego z osadnikiem wody

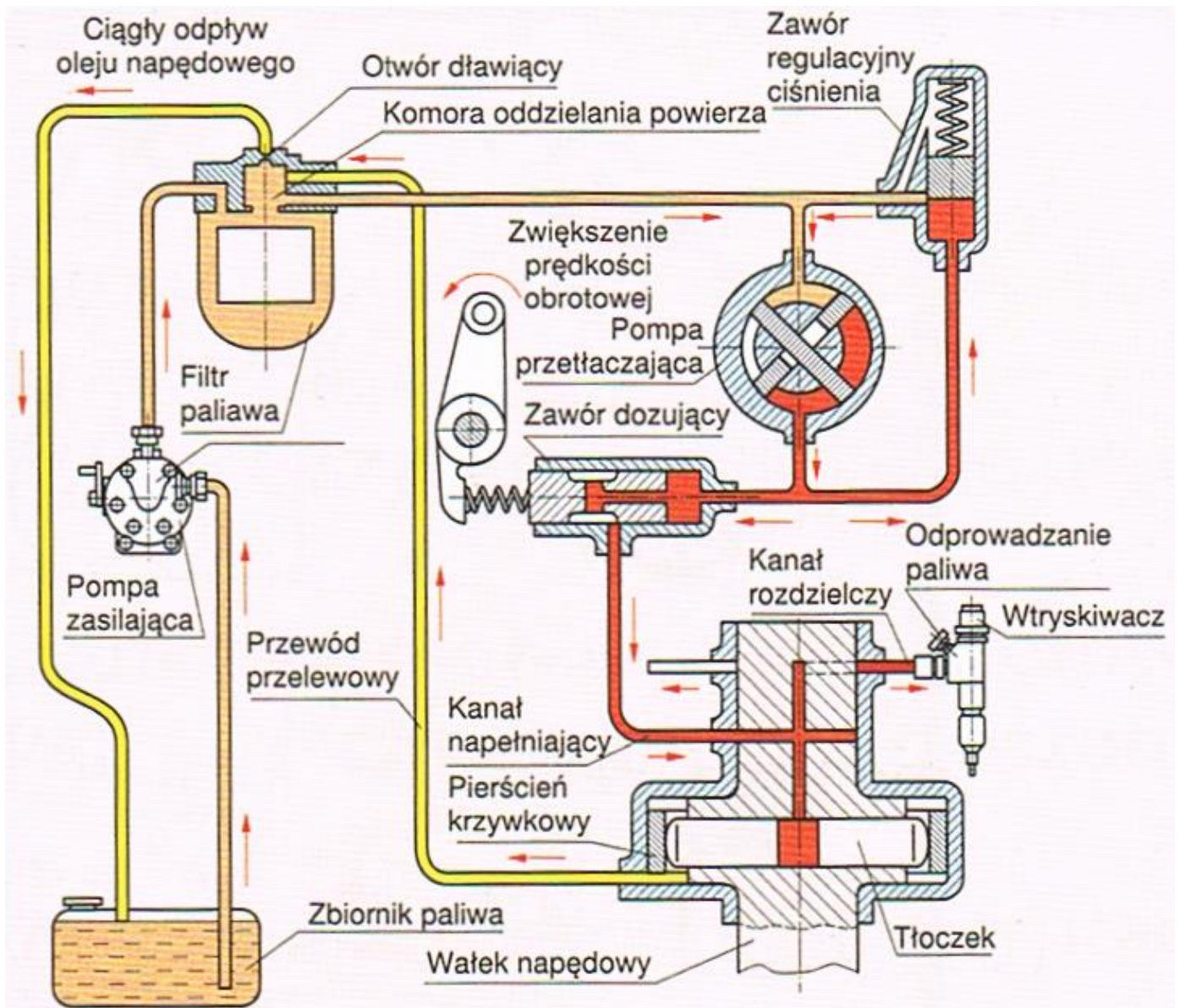


Wkłady filtrujące podlegają okresowej wymianie.

Paliwo musi być dokładnie oczyszczone, ponieważ jest podawane do części układu wysokiego ciśnienia - pompy wtryskowej i wtryskiwaczy, które posiadają precyzyjne

urządzenia tłoczące o dużej dokładności. Układ wysokiego ciśnienia posiada pompę wtryskową i wtryskiwacz połączone przewodem paliwowym wysokiego ciśnienia. W zależności od typu silnika i rozwiązań konstrukcyjnych sposobu podawania i przygotowania paliwa do spalania podawane jest ono pod ciśnieniem 15-20 MPa. Pompa wtryskowa tłoczkowa (sekcyjna typu Bosch) posiada tyle sekcji tłoczących ile cylindrów posiada silnik. Każda sekcja odmierza taką samą porcję paliwa (zadaną przez operatora) i pod ciśnieniem podaje do wtryskiwacza, który rozpyla paliwo wtryskiwane do komory spalania silnika. Stosowane są również pompy wtryskowe rozdzielaczowe typu DPA.

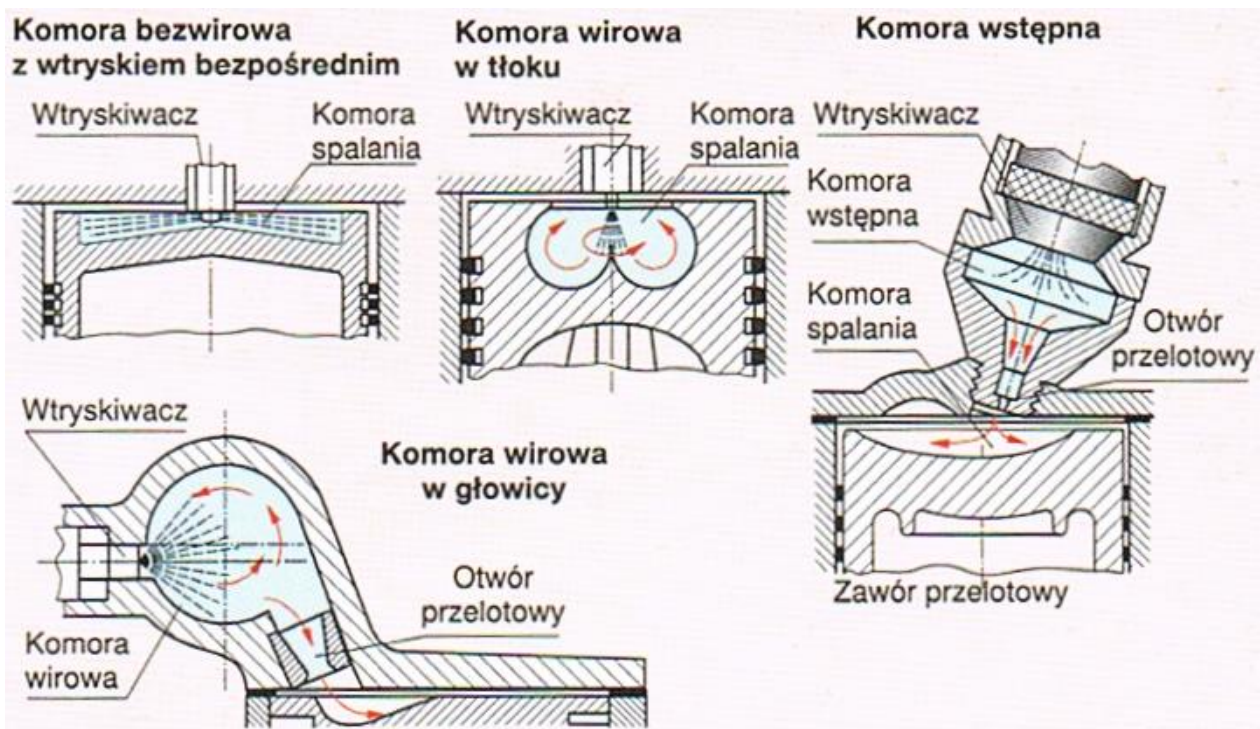
Układ zasilania z rozdzielaczową pompą wtryskową



Pompy te posiadają jeden zespół tłoczący i rozdzielacz obrotowy, który steruje zasilaniem wtryskiwaczy w odpowiedniej kolejności. Przy pompach wtryskowych umieszczone są

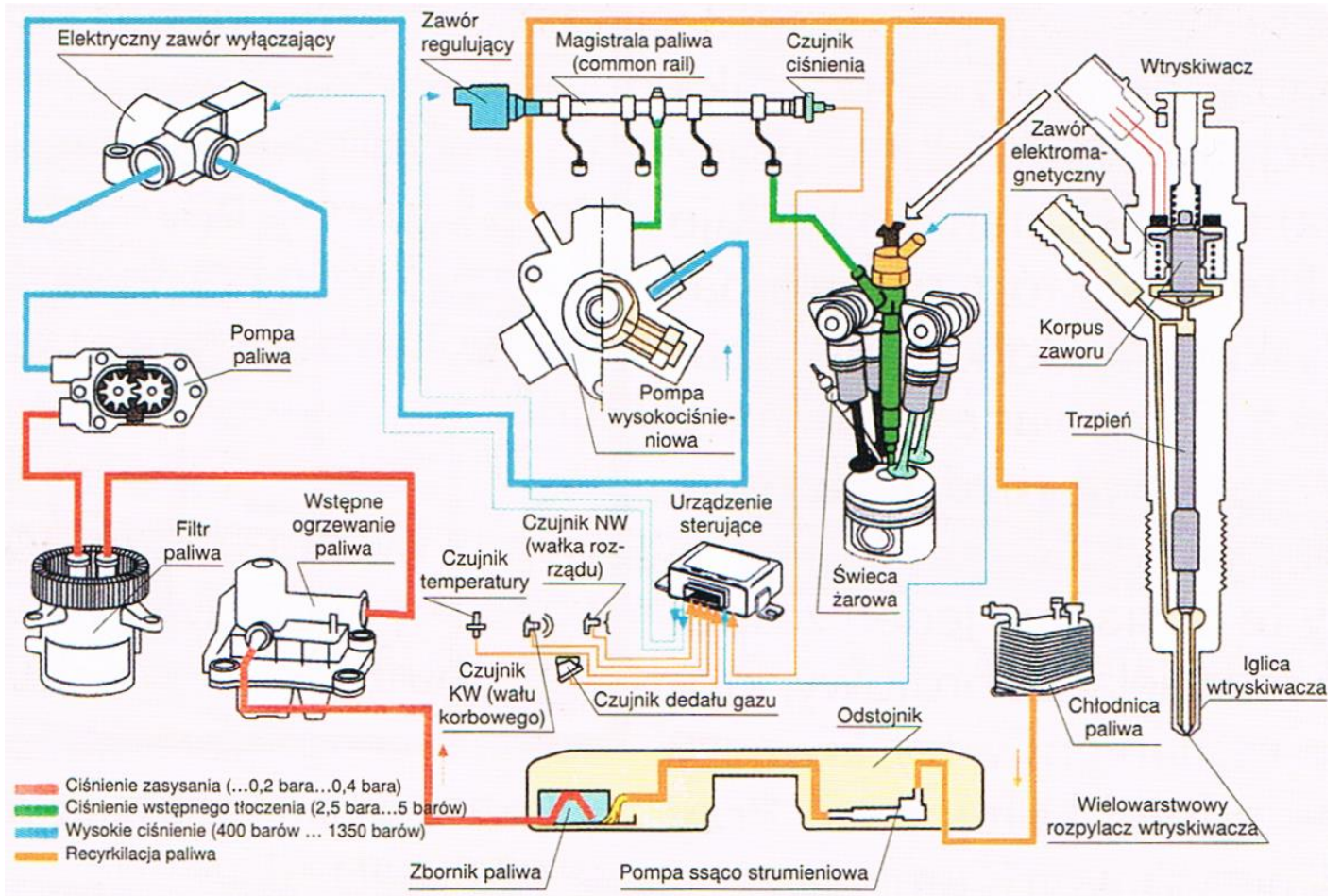
regulatory prędkości obrotowej, które umożliwiają zachowanie stałej prędkości obrotowej silnika wówczas, gdy zmienia się jego obciążenie. Regulatory mogą być mechaniczne, hydrauliczne i pneumatyczne. Pompa wtryskowa za pomocą przewodu wysokiego ciśnienia połączona jest z wtryskiwaczem, który służy do rozpylenia paliwa w komorze spalania pod odpowiednim ciśnieniem. Komory spalania przyjmują różne kształty, aby następowało dokładne i szybkie wymieszanie paliwa z powietrzem.

Komory spalania silników ZS



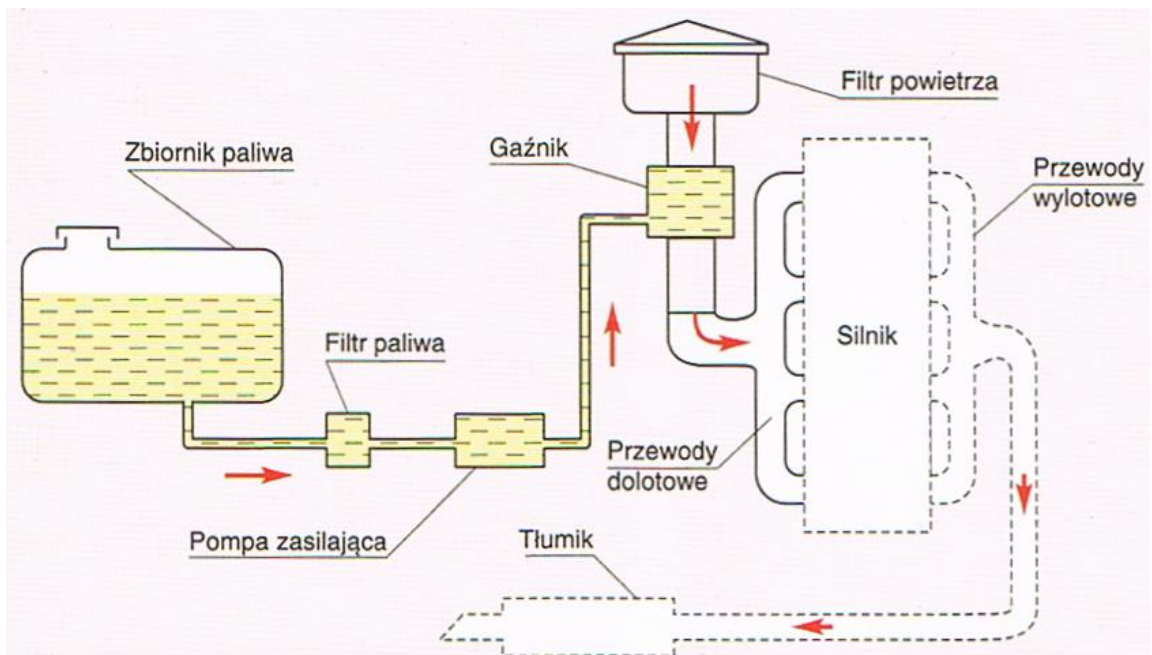
Nowoczesne silniki z zapłonem samoczynnym (np. TDI lub HDI) posiadają układy wtryskowe sterowane elektronicznie np. system Common Rail z chłodzeniem paliwa (wracającym do zbiornika) i wstępnym ogrzewaniem w okresie zimowym.

Układ zasilania z układem wtrysku Common rail



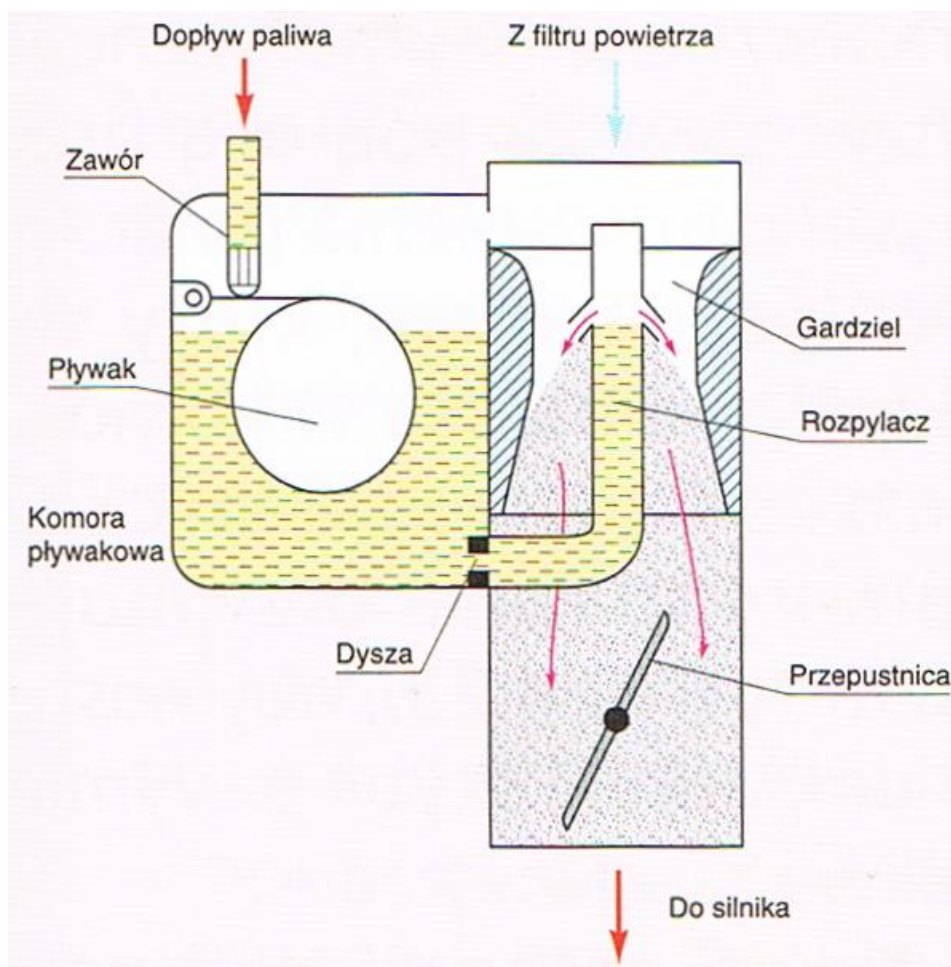
Układ zasilania silnika z zapłonem iskrowym dostarcza do cylindrów silnika paliwo wymieszane z powietrzem (mieszaną paliwowo-powietrzną) o odpowiednim stosunku paliwa do powietrza.

Schemat układu zasilania silnika z ZI



Urządzeniem przygotowującym mieszankę w silniku ZI jest gaźnik, który zastępuje układ wtryskowy silnika ZS.

Schemat gaźnika elementarnego



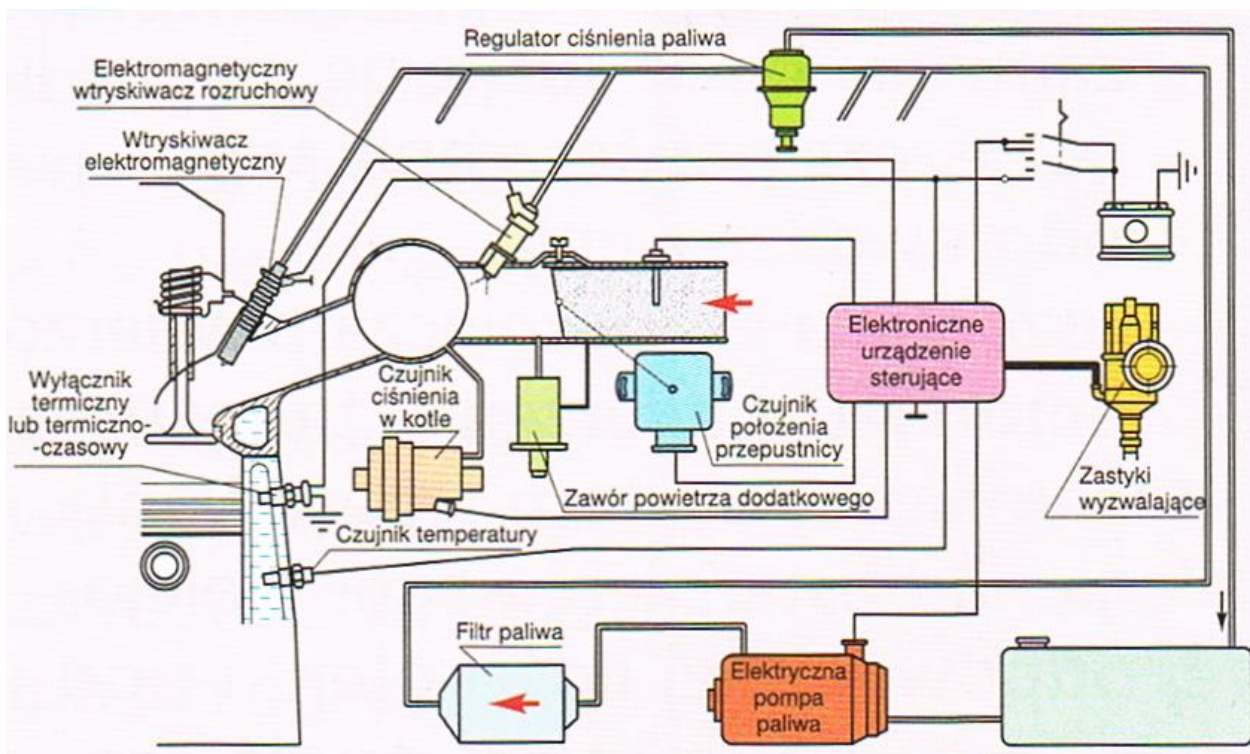
Poziom paliwa w komorze pływakowej reguluje pływak z zaworem iglicowym. Z komory pływakowej przez dyszę ustalającą ilość przepływającego paliwa dostaje się ono do rozpylacza, który umieszczony jest w gardzieli (zweżenie przekroju) przewodu dolotowego. Przepływające do cylindra powietrze powoduje powstanie w gardzieli gaźnika podciśnienia i następuje wypływ (wysysanie) paliwa z rozpylacza. Paliwo miesza się z powietrzem w cylindrze, w czasie ssania przez tłok i powstaje mieszanka paliwowo-powietrzna. Ilość mieszanki dostarczana do cylindra regulowana jest przepustnicą połączoną z pedałem dawkowania paliwa (gazu) obsługiwanym przez operatora. Gaźniki stosowane w silnikach są bardzo skomplikowane i posiadają wiele dodatkowych urządzeń uzupełniających, umożliwiających pracę silnika w różnych warunkach i pod różnym obciążeniem, dostosowując skład mieszanki.

Do urządzeń tych należą:

1. Urządzenia rozruchowe - ułatwiające rozruch zimnego silnika („ssanie”),
2. Urządzenia biegu jałowego,
3. Urządzenia kompensacyjne - wyrównujące skład mieszanki przy średniej i dużej prędkości obrotowej silnika,
4. Pompki przyspieszające - umożliwiające szybkie zwiększenie prędkości obrotowej silnika,
5. Urządzenia wzbogacające mieszankę - umożliwiające okresowe zwiększenie prędkości obrotowej (np. w czasie przyspieszania pojazdu),
6. Urządzenia oszczędzające - umożliwiające ekonomiczną pracę silnika.

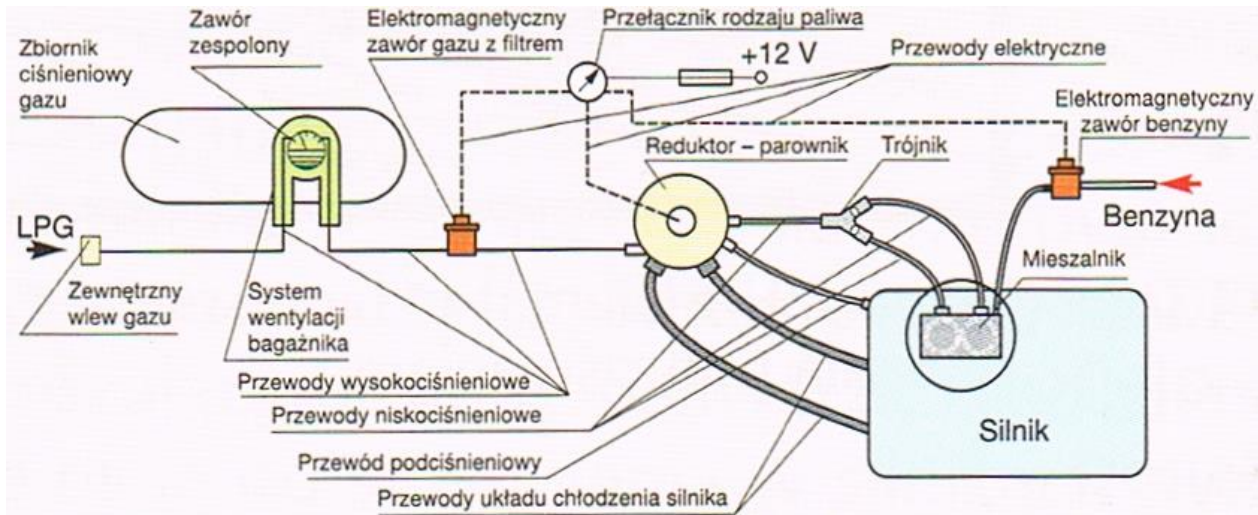
Silniki z zapłonem iskrowym mogą być wyposażane we wtryskowy układ zasilający.

Schemat układu wtrysku silnika ZI(Bosch D-Jetronic)



Układy te pracują bardzo podobnie jak układy zasilające silników z zapłonem samoczynnym. Są one wyposażane w elektroniczne układy sterujące zbierające informacje o pracy silnika i dostosowujące parametry do prawidłowej pracy silnika. Coraz większe zainteresowanie użytkowników samochodów z silnikami o zapłonie iskrowym zasilaniem paliwem gazowym powoduje wyposażanie tych aut w instalacje gazowe.

Schemat zasilania silnika ZI paliwem gazowym



Układ smarowania

Układ smarowania doprowadza olej do współpracujących ze sobą części wymagających dostarczenia oleju pod odpowiednim ciśnieniem w celu zmniejszenia tarcia, aby wystąpiło tarcie płynne (cienka warstwa oleju oddzielająca współpracujące części). Dostarczenia oleju pod ciśnieniem wymagają: łożyska główne i korbowodowe wału korbowego, czopy wału rozrządu. Ponadto smarowania wymagają: tłok poruszający się w cylindrze, popychacze i dźwignie zaworowe układu rozrządu.

W silnikach spalinowych rozróżnia się dwa podstawowe rodzaje systemów smarowania:

- mieszankowy - w silnikach dwusuwowych,
- ciśnieniowy - w silnikach czterosuwowych.

W mieszankowym systemie smarowania silnika dostarcza się olej w postaci mieszanki z paliwem w proporcji od 1: 30 do 1 : 50 (olej : paliwo). Mieszanka paliwowo-powietrzna z olejem przepływając przez skrzynię korbową do cylindra powoduje osiadanie cząstek oleju na elementach silnika smarując je - wał korbowy, sworzeń tłoka, cylinder.

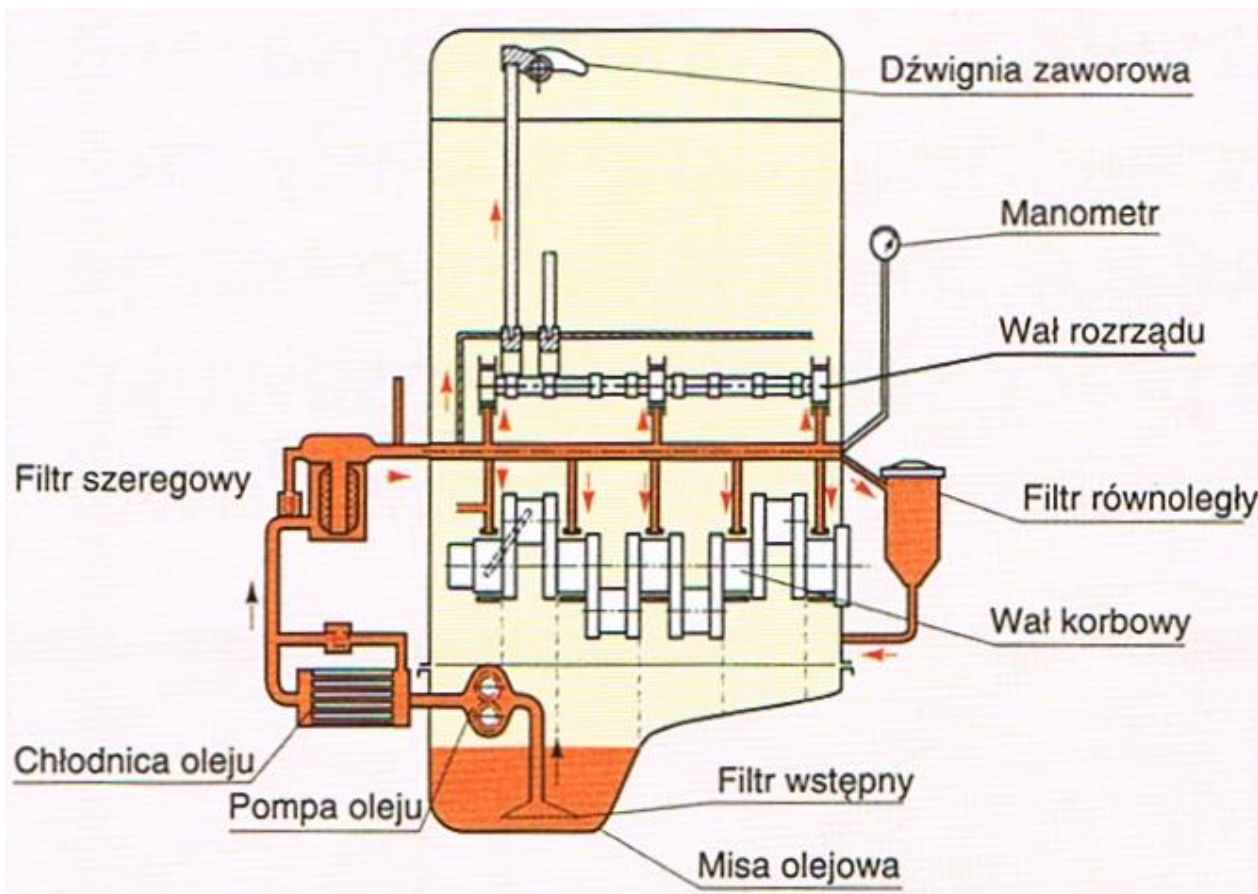
Olej pracujący w układzie smarowania spełnia następujące zadania:

- zamienia tarcie suche na płynne lub półpłynne - zmniejsza opory,
- oczyszcza powierzchnie trące,
- odprowadza ciepło,

- uszczelnia i zabezpiecza powierzchnie przed korozją,
- amortyzuje uderzenia, tłumi drgania.

Ciśnieniowy system smarowania polega na dostarczeniu z misy olejowej odpowiedniej ilości oleju i pod odpowiednim ciśnieniem do elementów ciernych silnika wymagających intensywnego smarowania.

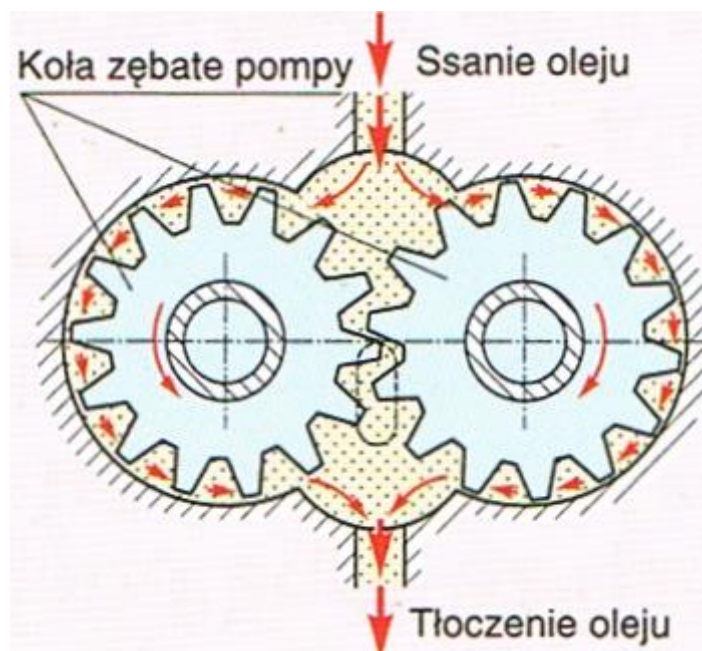
Schemat układu smarowania pod ciśnieniem



Cylinder z tłokiem smarowany jest rozbryzgowo - cząstkami oleju wprawionymi w ruch przez obracający się wał korbowy.

Ciśnieniowy układ smarowania posiada misę olejową (zbiornik na olej) o pojemności od kilku do kilkunastu litrów w zależności od wielkości silnika, zębatą pompę oleju, która utrzymuje niezbędne ciśnienie w układzie około 0,15-0,55MPa.

Schemat pompy zębatej do oleju

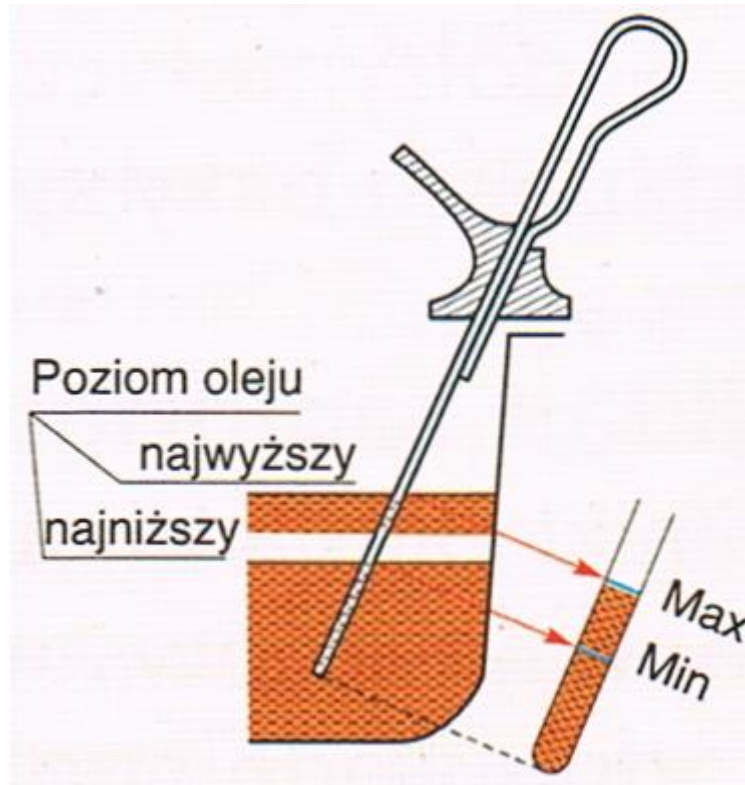


Spadek ciśnienia poniżej wymaganego minimum (ok. 0,1 MPa) sygnalizuje czerwona lampka kontrolna. W czasie pracy silnika olej ulega zanieczyszczeniu opiłkami metali na skutek występującego tarcia, osadami węglowymi powstałymi podczas spalania paliwa. Zanieczyszczony olej jest filtrowany przez zastosowanie filtrów siatkowych (wstępnego oczyszczania z dużych zanieczyszczeń) oraz filtrów dokładnego oczyszczania. Obecnie stosowane są filtry papierowe włączane szeregowo lub równoległe w układ obiegu oleju. Filtr taki powinien zapewniać odpowiednią przepustowość oleju i zatrzymywać zanieczyszczenia o wielkości 10-15 μm (mikrometrów). Materiałem do budowy tych filtrów jest najczęściej papier lub karton oraz filc lub tkanina bawełniana.

Innym sposobem filtrowania oleju jest filtr odśrodkowy, olej jest wprawiony w szybki ruch wirowy, a zanieczyszczenia jako cięższe cząstki są odwirowane z oleju. Filtry takie należy okresowo czyścić z nagromadzonych osadów. Duże silniki posiadają chłodnice oleju w celu obniżenia jego temperatury i utrzymania właściwości smarujących i konserwujących.

Aby utrzymać silnik w ciągłej sprawności należy wykonywać czynności obsługowe. Codziennie przed uruchomieniem silnika sprawdzić poziom oleju w misce olejowej, po uruchomieniu sprawdzić czy lampka kontrolna zgasła.

Prętowy wskaźnik poziomu oleju



W czasie pracy silnika kontrolować bieżący stan ciśnienia oleju w silniku. Okresowe czynności obsługowe to: wymiana oleju silnikowego, wymiana filtrów lub wkładów filtrujących (lub ich oczyszczenie). Wymianę oleju przeprowadza się po wyłączeniu silnika, gdy jest on jeszcze rozgrzany.

Oleje silnikowe

Smarowanie silników spalinowych odbywa się przy pomocy olejów. Silniki napędzane są różnymi paliwami, oleje powinny być dobrane do tych silników. Starsze silniki smarowane są olejami sezonowymi, które wychodzą z użycia. Silniki dwusuwowe smarowane są olejami dobrze mieszającymi się w paliwach. Producenci silników zalecają odpowiednie oleje do stosowania w silnikach dwusuwowych i czterosuwowych z zapłonem iskrowym lub samoczynnym.

Jakość oleju klasyfikowana jest najczęściej według SAE (*Society of Automotive Engineers*). Stowarzyszenie rozróżnia dwie grupy silników oraz 9 klas jakości: grupa S - silniki benzynowe, grupa C - silniki Diesla. Klasy jakości oznaczane są literami A, B, C, D, E, F, G, H, J - najwyższa jakość odpowiada najwyższej literze [J] np. olej najwyższej klasy do silnika

benzynowego, to SJ. Na opakowaniach współczesnych olejów widnieją podwójne oznaczenia, np. SJ/CJ. Zapis ten oznacza, że olej nadaje się zarówno do silnika benzynowego jak i Diesla (jednak na pierwszym miejscu stawiany jest w tym wypadku silnik benzynowy). W europejskim systemie klasyfikacji ACEA (*Association Constructeurs Europeens d'Automobiles*) jakość olejów oznaczana jest symbolami od A1...A5 (benzyna) i B1...B5, C, E (diesel), (A5 i B5 - klasa najwyższa). Klasyfikacji dokonuje się również według kryteriów API (*American Petroleum Institute*), który to instytut uszeregował oleje według klas (lepkości) - zimowych: 0 W, 5 W, 10 W, 15 W, 20 W, 25 W; oraz letnich: 30, 40, 50, 60. Oleje wielosezonowe łączą w sobie cechy obu klas: 0 W 40, 5 W 50. Oznaczenie lepkości informuje, w jakim zakresie temperatur może być stosowany dany olej.

Oleje mogą być:

- mineralne - powstałe na bazie destylacji ropy naftowej,
- syntetyczne - powstałe w wyniku syntezy chemicznej,
- półsyntetyczne - produkowane na bazie mineralnej z 30% dodatkiem bazy syntetycznej.