



**POLITECHNIKA
RZESZOWSKA**
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA



**WYDZIAŁ
BUDOWY MASZYN
I LOTNICTWA**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Budowa silników lotniczych WYKŁAD

Dr inż. Arkadiusz BEDNARZ

Bud. L-33/213

Katedra Samolotów i Silników Lotniczych

Omówienie silnika tłokowego

- Wprowadzenie do silników tłokowych
- Podział silników
- Główne elementy silnika
- System chłodzenia
- System smarowania

Wprowadzenie

Silnik tłokowy to przykład złożonego elementu o precyzyjnej konstrukcji i wykonaniu. Jego główne zadania to:

- zapewnić moc do napędzania pojazdu/statku powietrznego;
- być źródłem energii dla innych podsystemów, takich silnika i samolotu (ładowanie, jednostka klimatyzacyjna, układ hydrauliczny wspomagający sterowanie, itp.)

Silniki tłokowe są również znane jako silniki spalinowe, ponieważ spalanie powietrza i mieszanki paliwowej odbywa się wewnątrz cylindra.



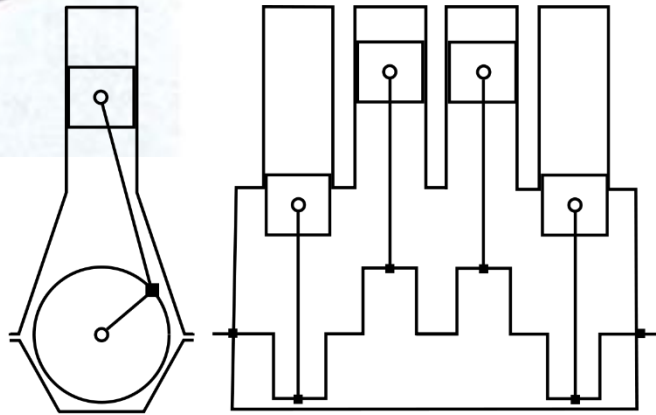
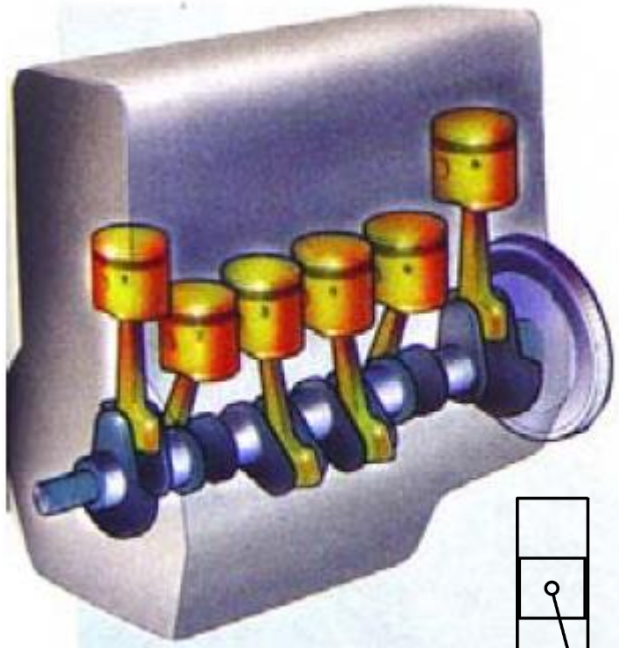
Rotax 582

<http://www.aviagamma.ru/ipc582-4-0.pdf>

Podział silników tłokowych

- Ze względu na konfigurację tłoków
 - Rzędowe
 - Widlaste (typu V)
 - gwiazdowe
 - Przeciwległe (bokser)
- Ze względu na paliwo
 - Silniki Diesla
 - Silniki Benzynowe
 - Silniki CNG/LPG
 - Wielopaliwowy
- Ze względu na rodzaj ruchu tłoka
 - Posuwisto-zwrotny
 - Przeciwbieżne
 - Obrotowy (silnik Wankla)
- Ze względu na sposób zapłonu
 - Zapłon samoczynny (ZS)
 - Zapłon iskrowy (ZI)
- Ze względu na ilość suwów
 - 2-suwowe
 - 4-suwowe
- Ze względu na sposób chłodzenia
 - Chłodzone powietrzem
 - Chłodzone wodą (płynem chłodniczym)
- Ze względu na doprowadzanie powietrza
 - Wolnossące (naturalnie)
 - Doładowane
- Ze względu na ilość zaworów (na jeden cylinder)
 - 2 zawory na cylinder
 - wielozaworowe
- Ze względu na lokalizację wału rozrządu
 - Wał rozrządu wyprowadzony za blok silnika
 - Wał rozrządu wewnątrz silnika
- Ze względu na kształt cylindra

Silnik rzędowy



https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_rz%C4%99dowy

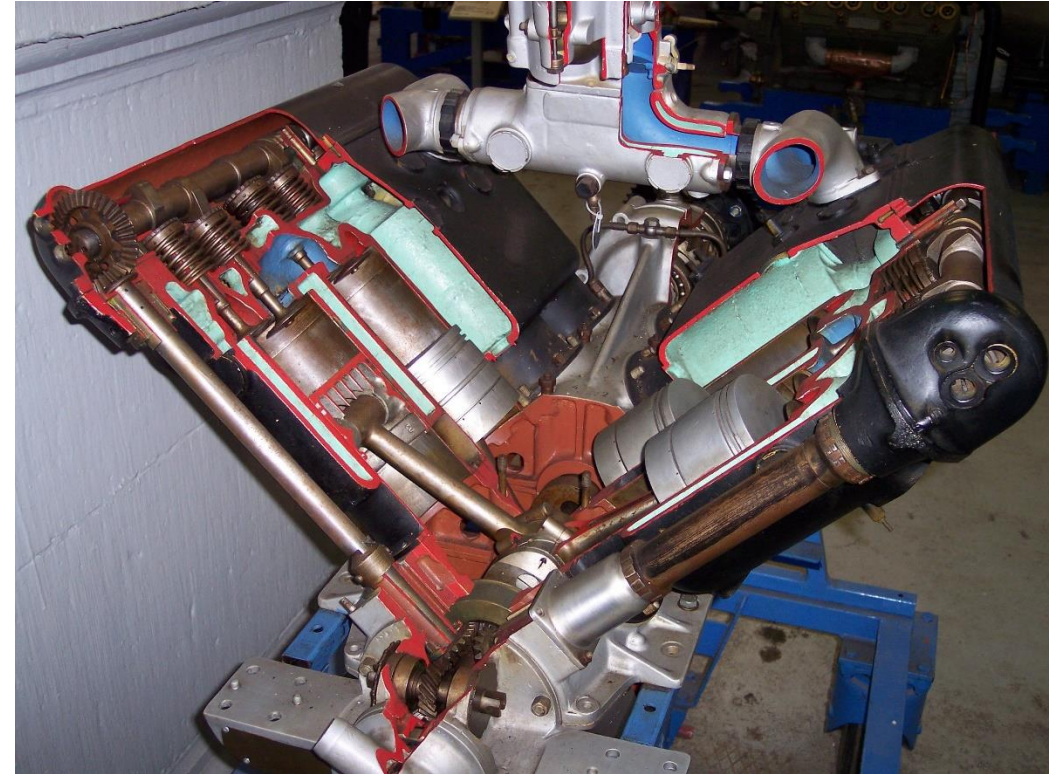
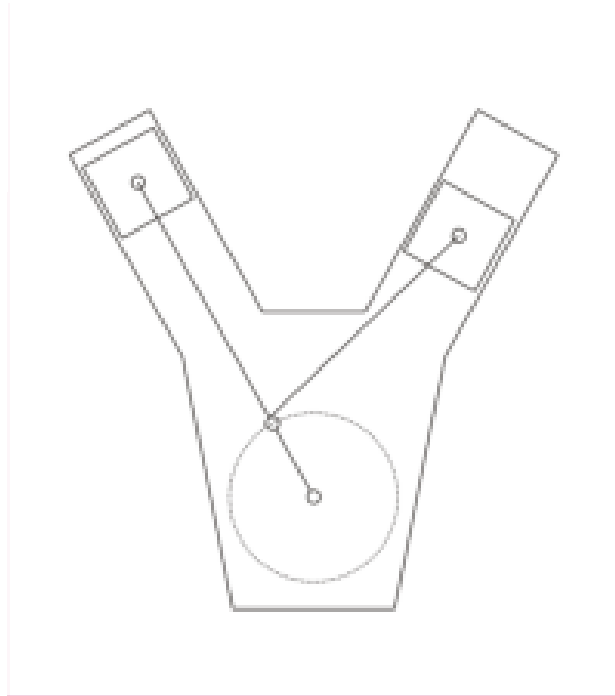


Silnik: NAG C III (Niemcy, 1916)

http://www.muzeumlotnictwa.pl/zbiory_sz.php?ido=219&w=p

Układ	6-cylindrowy rzędowy
Chłodzenie	wodne
Pojemność	17,051 l
Stopień sprężania	4,8
Masa	270 kg
Moc maksymalna	210 KM przy 1400 obr./min

Silnik widlasty

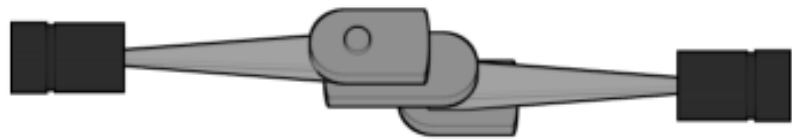
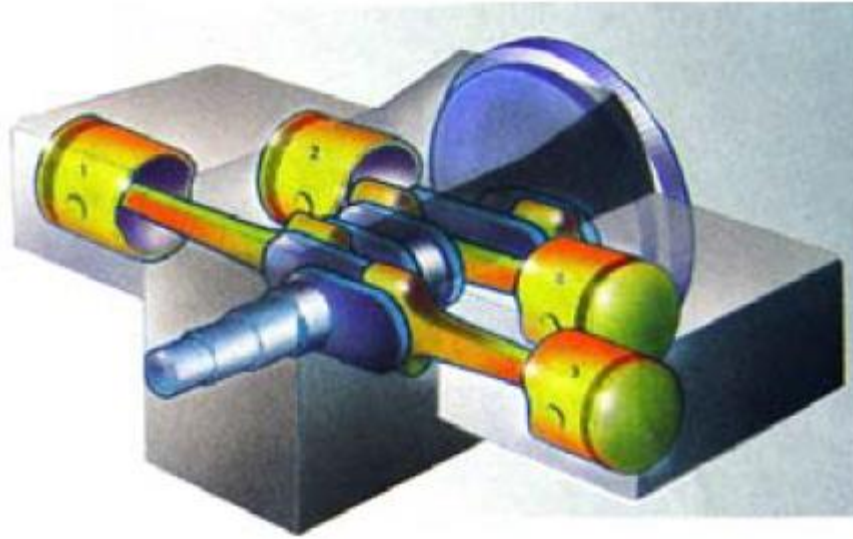


Hispano-Suiza 8 (Hiszpania, 1914)

https://en.wikipedia.org/wiki/Hispano-Suiza_8

https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_widlasty

Silnik przeciwny (tzw. Bokser)



https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_o_przeciwnych_cylindrach#/media/Plik:Boxerengineanimation_thumb.gif

<https://www.drive.com.au/car-review/next-generation-toyota-86-may-dump-boxer-engine-adopt-hybrid-tech-84998.html>

Silnik gwiazdowy

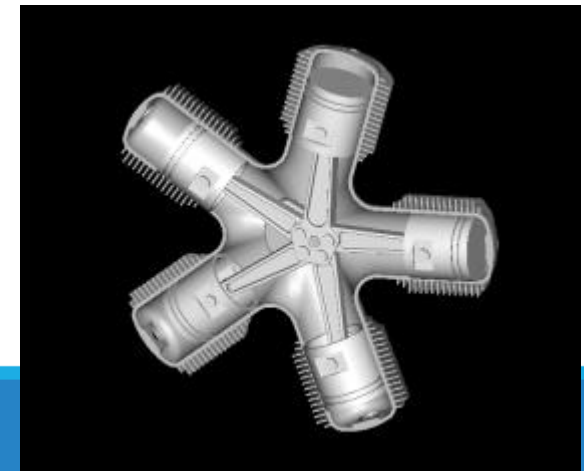
*„Silnik gwiazdowy”
„Radial engine”*

Wykonał: Adrian Marcinek

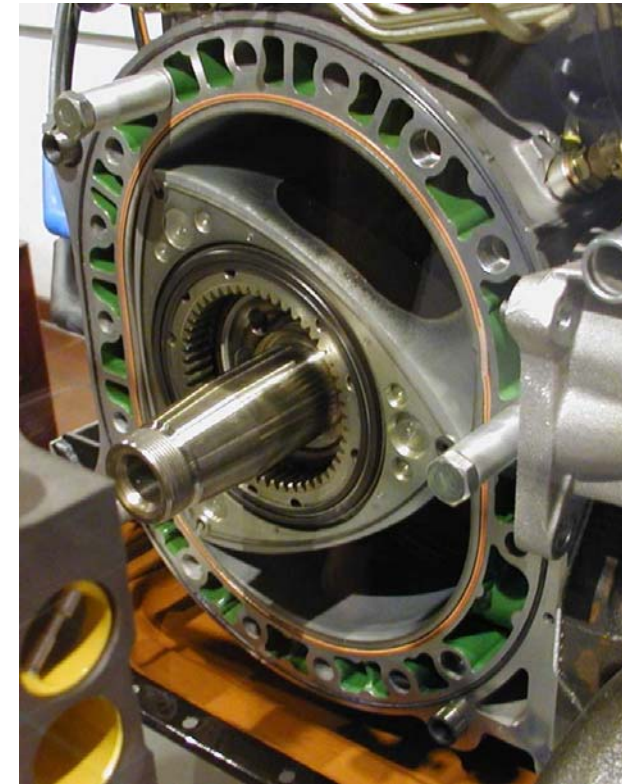
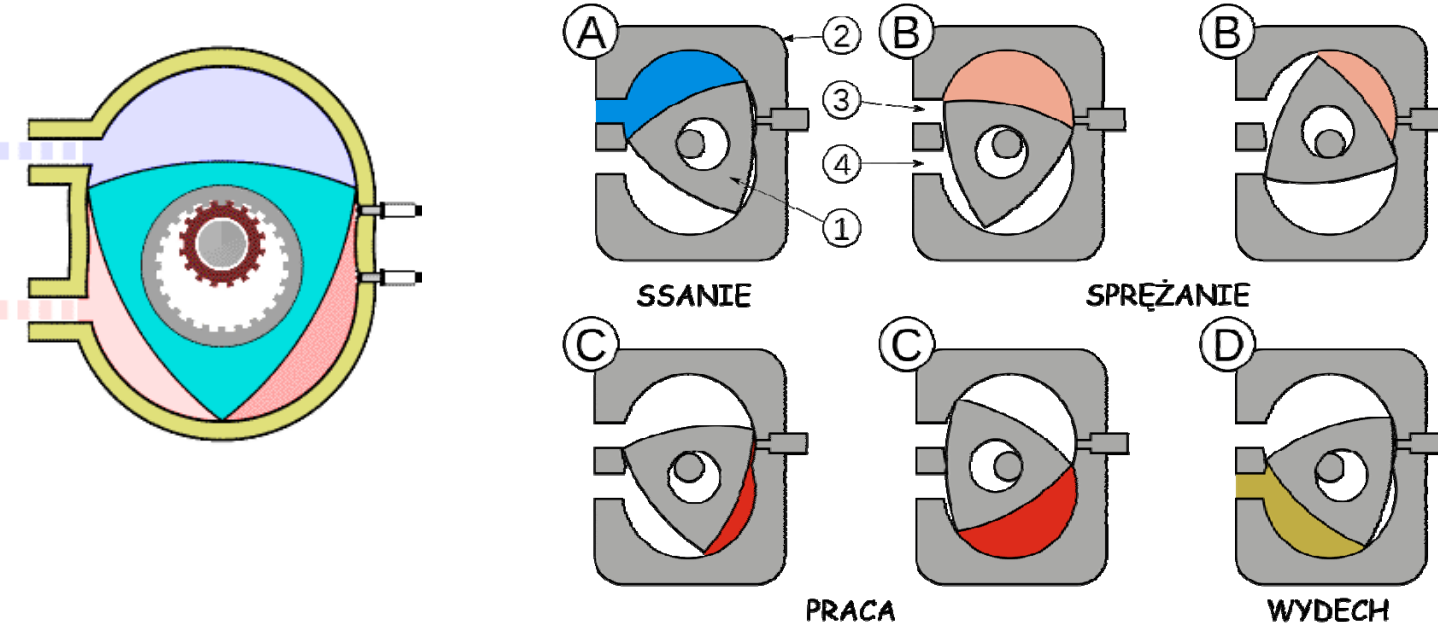


Continental R-670 (USA, 1934)

https://en.wikipedia.org/wiki/Continental_R-670



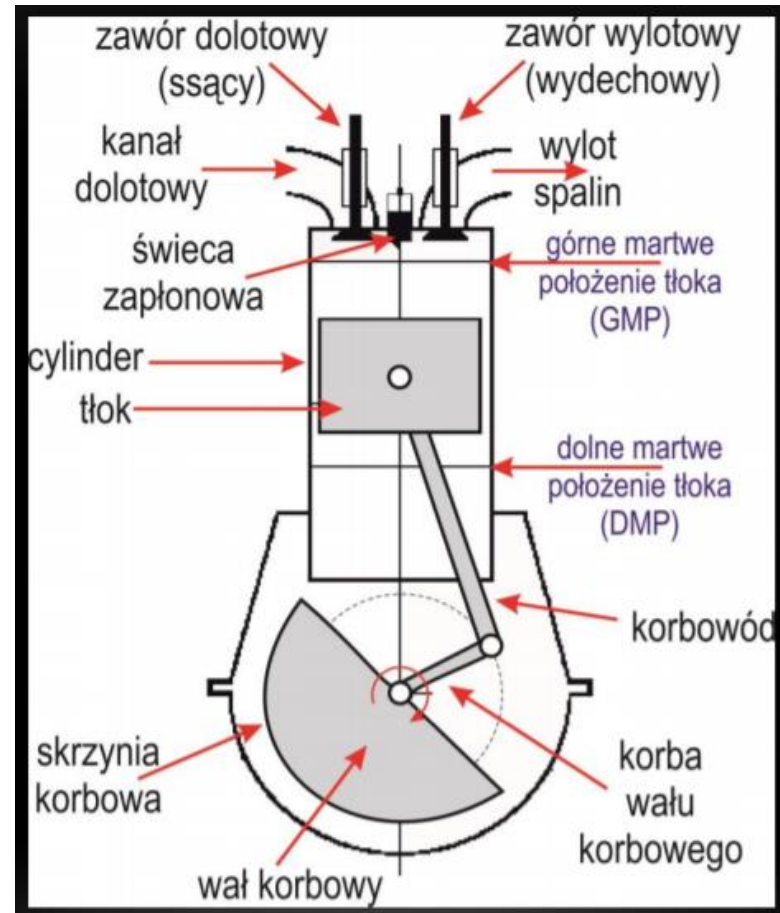
Silnik z wirującym tłokiem – silnik Wankla



https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_Wankla

Tłok (1) (trójkąt Reuleaux o wypukłych bokach) obraca się mimośrodowo w epitochoidalnym korpusie (2). Koncepcja ta wykorzystywana jest m.in. przez firmę szwajcarską Mistral (produkującą silniki lotnicze). Silniki Wankla montowane były w samochodach firmy Mazda.

Budowa silnika czterosuwowego



http://www.szkolap6.nazwa.pl/joomla/images/dydaktyka/technika/silniki_spalinowe_na_www.pdf

Czterosuwowy silnik Diesla

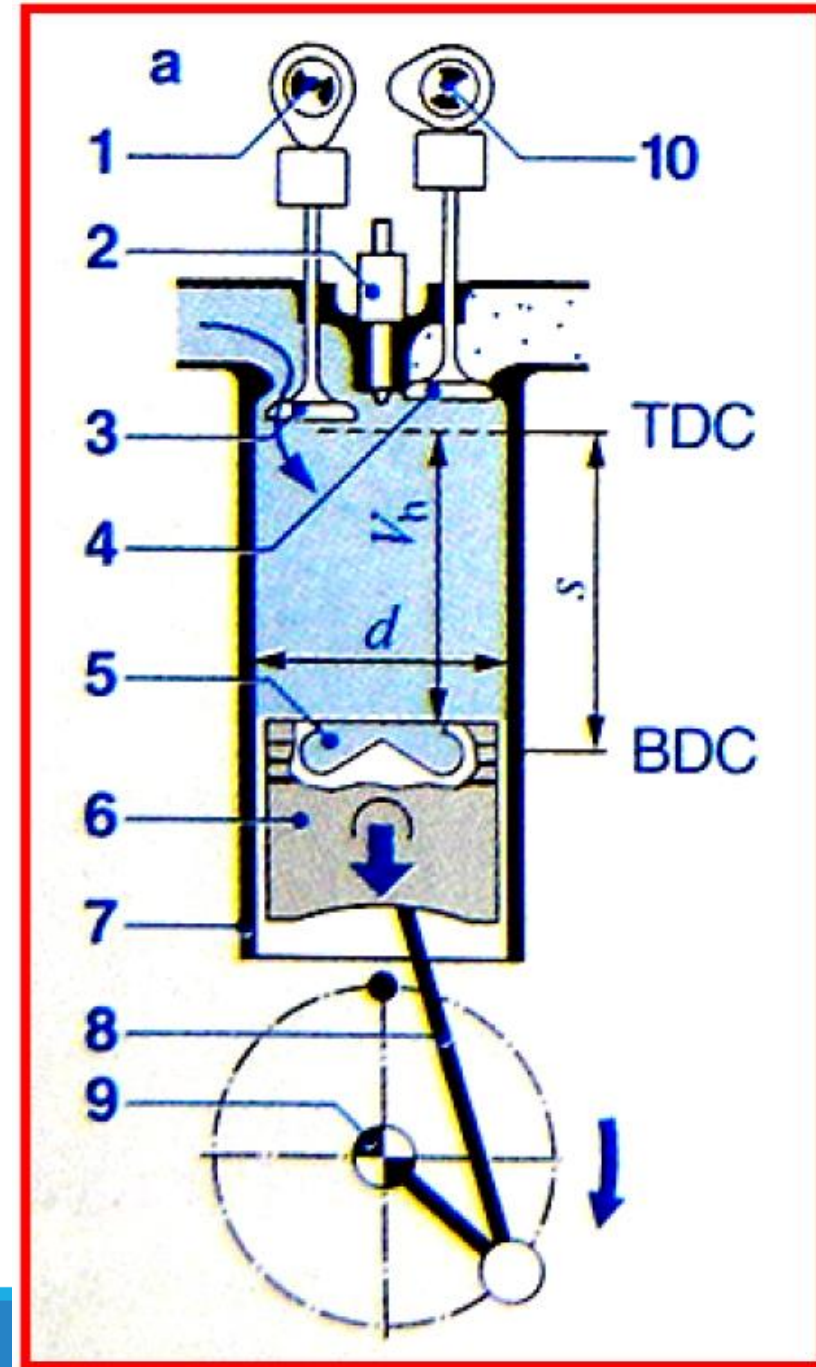
Cztery suwy pracy silnika wymagają 2 obrotów wału korbowego.

1. Suw indukcyjny

- Zaczynając od TDC, tłok przesuwa się w dół.
- Zawór wlotowy się otwiera i powietrze jest zasysane do cylindra (pojawia się podciśnienie)
- Gdy tłok osiągnie BDC, pojemność cylindra jest największa.

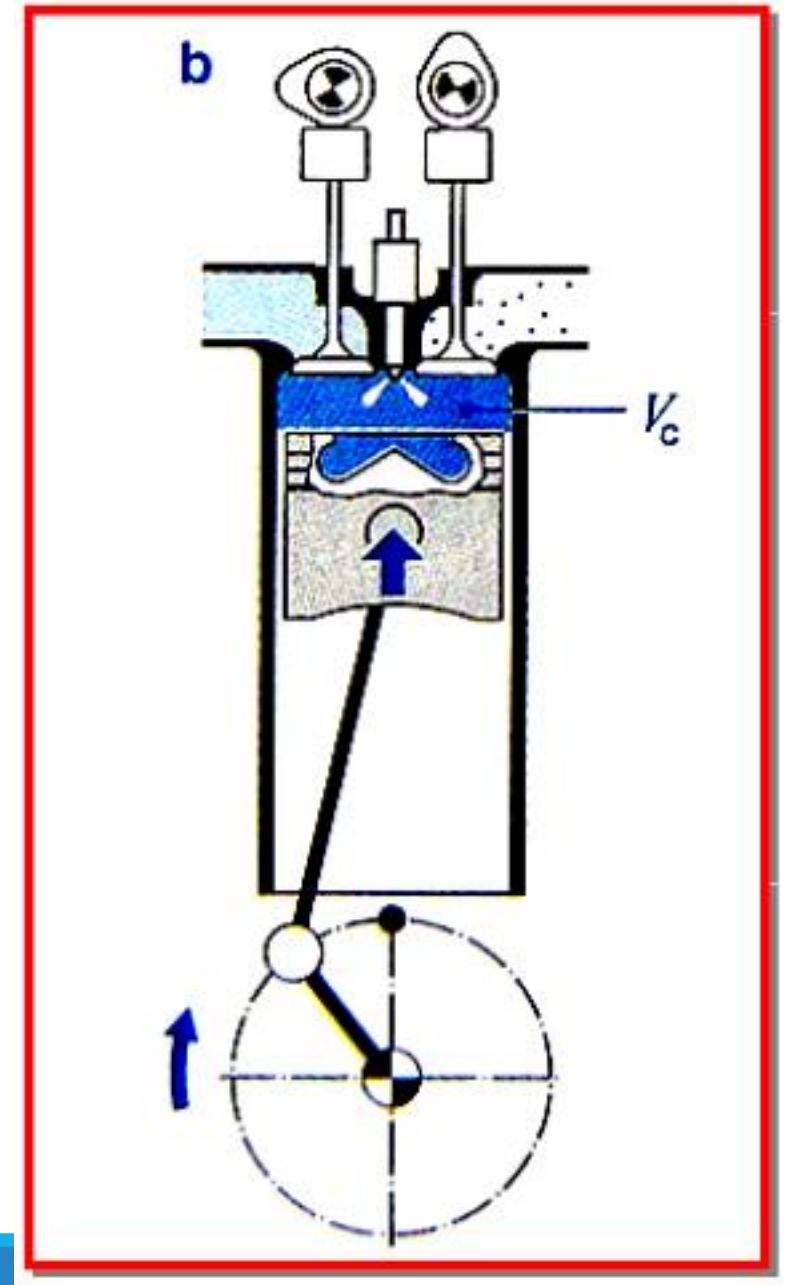
TDC – top dead centre (górne martwe położenie tłoka)

BDC – bottom dead centre (dolne martwe położenie tłoka)



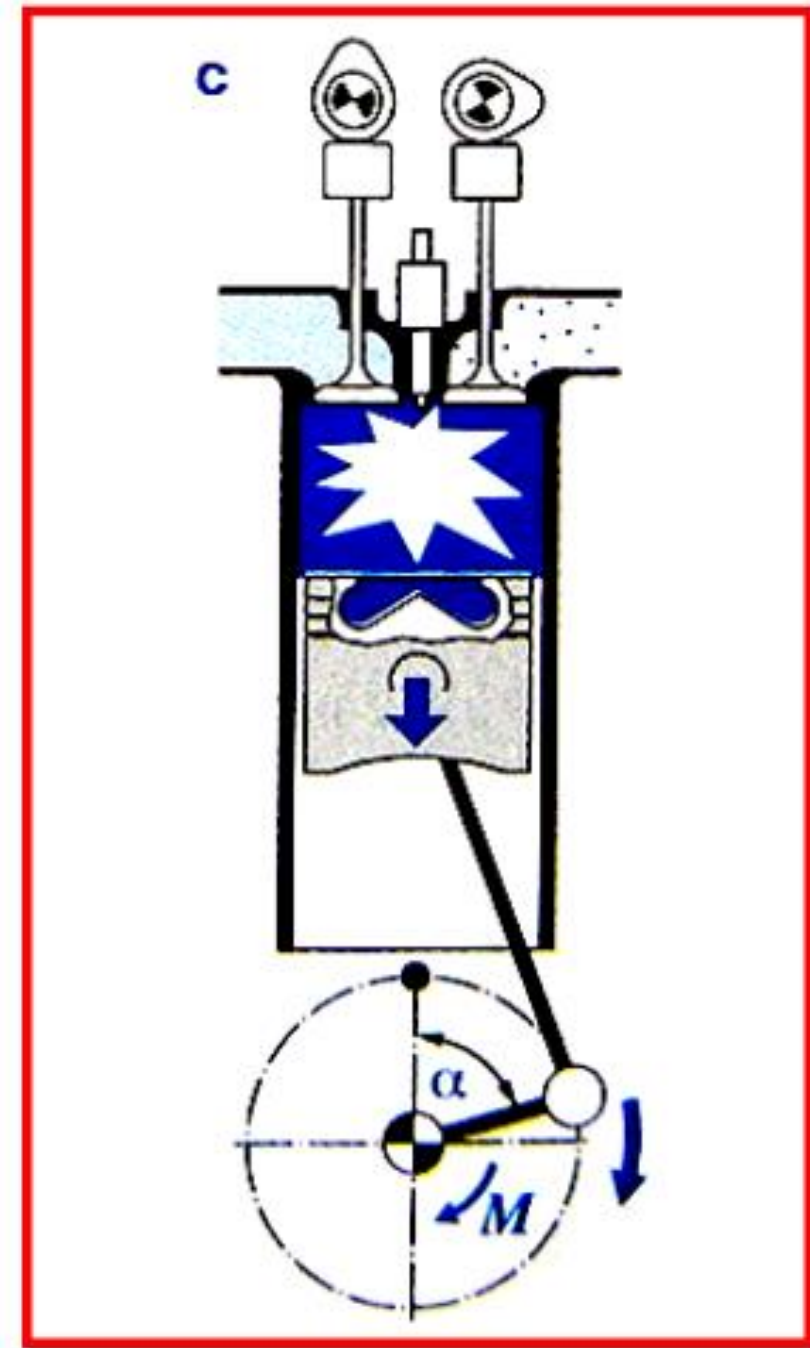
2. Suw kompresyjny

- Zawory wlotowe i wylotowe są zamknięte.
- Ruch tłoka w górę spręża powietrze do stopnia określonego przez stopień sprężania (16: 1 do 24: 1).
- Powietrze w tym procesie nagrzewa się do 900°C.
- Przy zakończeniu suwu sprężania układ wtrysku paliwa wtryskuje paliwo pod wysokim ciśnieniem (nawet 2000 barów w nowoczesnych silnikach) do gorącego sprężonego powietrza w komorze spalania.
- Kiedy tłok osiągnie TDC, pojemność cylindra osiąga minimum.



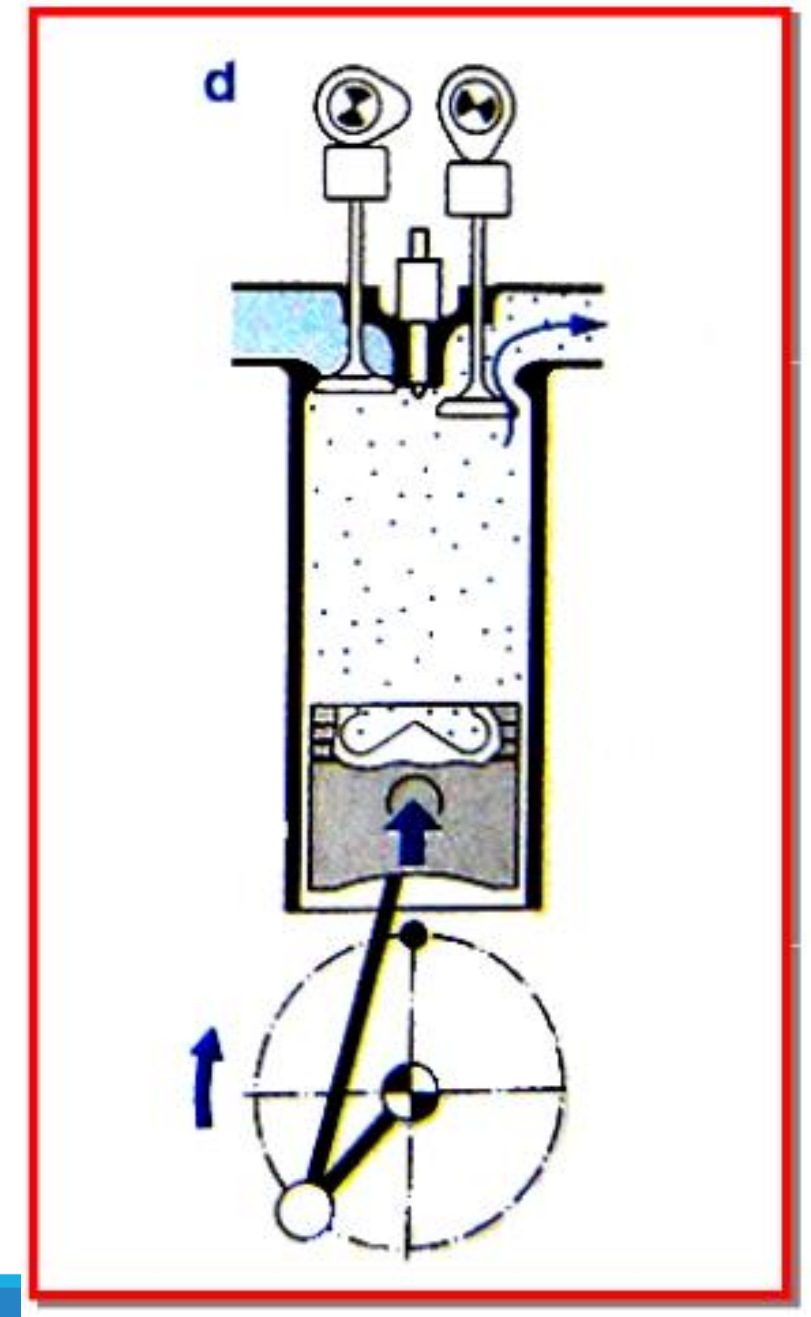
3. Suw zapłonu

- Po opóźnieniu zapłonu (kilka stopni obrotu wału rozrządu) rozpoczyna się suw zapłonu.
- Drobnopłynny i łatwopalny olej napędowy samorzutnie zapala się i pali.
- W rezultacie ładunek w cylindrze nagrzewa się jeszcze bardziej, a ciśnienie w cylindrze wzrasta.
- Masa wtryskiwanego paliwa (kontrola oparta na jakości) określa ilość uwolnionej energii.
- Ciśnienie powoduje ruch tłoka w dół. Wał korbowy przenosi i zamienia energię kinetyczną na moment obrotowy.

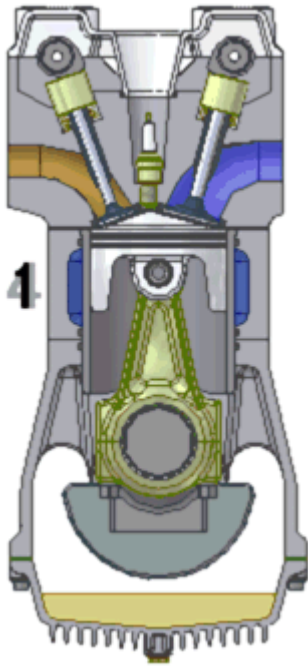


4. Suw wydechu

- Tuż przed dotarciem tłoka do BDC otwiera się zawór wydechowy.
- Gorące gazy pod ciśnieniem wypływają z cylindra.
- Ruch tłoka w górę powoduje wypchnięcie pozostałych spalin z cylindra.

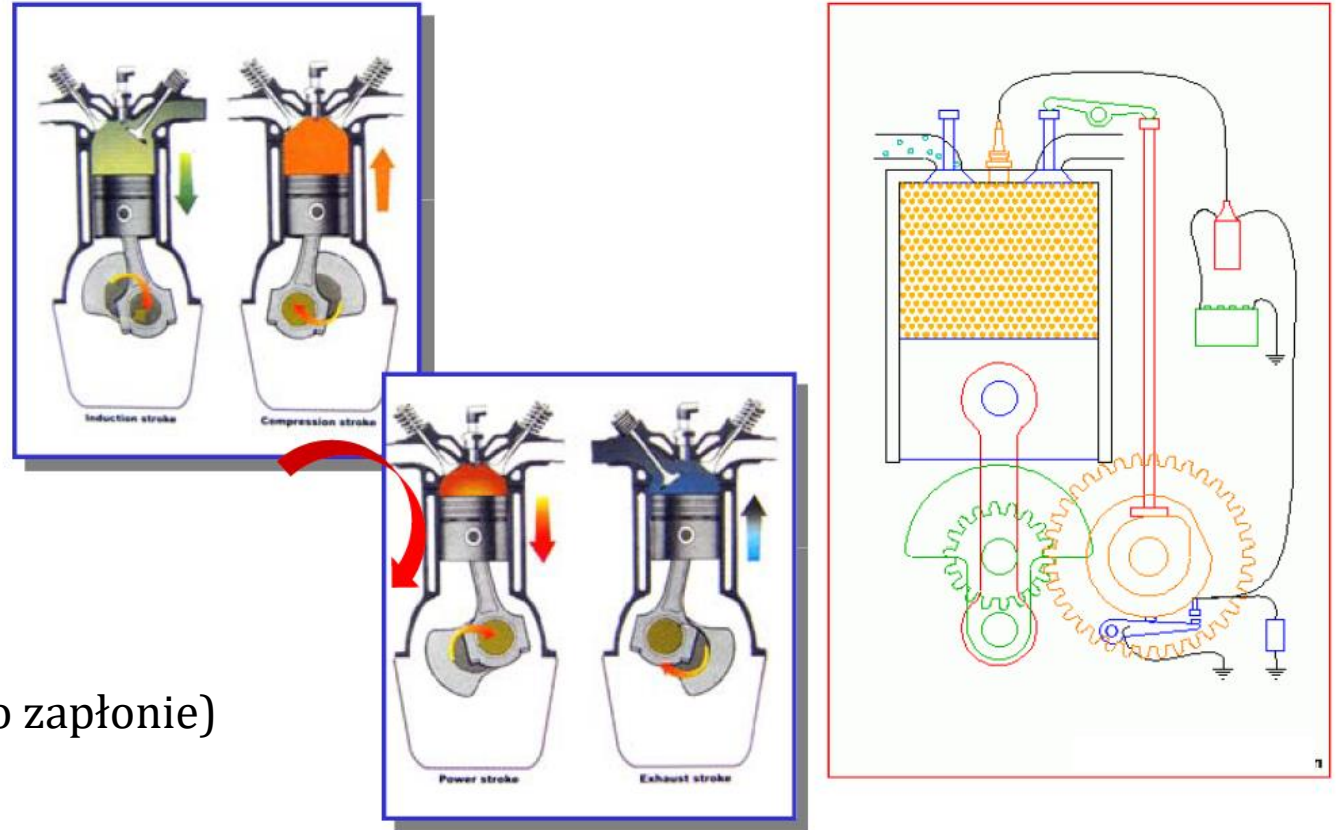


Czterosuwowy silnik benzynowy



<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/4-Stroke-Engine.gif>

1. Suck ssania
2. Suw sprężania
3. Suw rozprężania (po zapłonie)
4. Suw wydechu



Praca realizowana w oparciu o obieg Otta.

Tłok

Tłok przekształca energię potencjalną gazów spalinowych w energię kinetyczną, która obraca wał korbowy.

- Tłok jest cylindryczną pustą częścią, która porusza się w górę i w dół wewnątrz cylindra silnika.
- Ma rowki na obwodzie w pobliżu szczytu, w którym umieszczone są pierścienie.
- Sworzeń w płaszczu tłoka łączy tłok z korbowodem. Korbowód przechodzi przez dolną część tłoka.
- Sworzeń korbowodu jest wkładany do otworu (mniej więcej w połowie wysokości), który przechodzi przez bok tłoka, gdzie jest przymocowany do korbowodu.

Tłoki wykonują kilka funkcji.

- Przekazać siłę napędową spalania na wał korbowy. To powoduje obrót wału korbowego.
- Działa również jako ruchomy gazoszczelny korek, który utrzymuje spalanie w cylindrze.
- Działa jako łożysko dla małego końca korbowodu.

Geometria cylindra

$$\text{Stopień sprężenia: } \xi = \frac{V_c}{V_k} = \frac{V_k + V_s}{V_k}$$

gdzie: V_c - objętość całkowita

V_k - pojemność komory spalania

V_s - pojemność skokowa

$$V_s = F_{tł} \cdot S = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S$$

$F_{tł}$ - powierzchnia tłoka

D - średnica cylindra

S - skok tłoka (odległość pomiędzy TDC/GMP a BDC/DMP)

Ponadto:

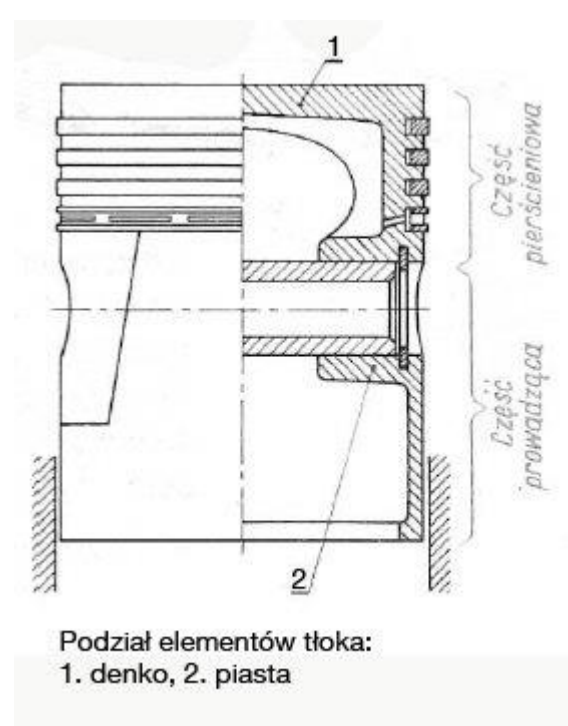
- Skok tłoka S jest równy $2 \times a$ (gdzie a to długość korby wału korbowego)
- Długość korbowodu (l) musi być większa od długości korby wału korbowego. Stosunek l/a ma wartości od 3 do 4 dla dużych prędkości obrotowych i od 5 do 9 dla małych prędkości obrotowych.
- Stosunek średnicy cylindra do skoku tłoka powinien być w zakresie od 0,8 do 1,2 dla małych silników (z dużymi prędkościami obrotowymi) do 0,5 dla dużych silników o wysokich prędkościach obrotowych.

Parametry (według PN-93/M-01521) tłokowego silnika spalinowego

- średnica cylindra D
- skok tłoka S
- objętość komory sprężania (przestrzeń między denkiem tłoka a powierzchnią głowicy, gdy tłok osiąga GMP)
- objętość skokowa cylindra
- objętość skokowa silnika
- objętość całkowita cylindra
- stopień sprężania ε

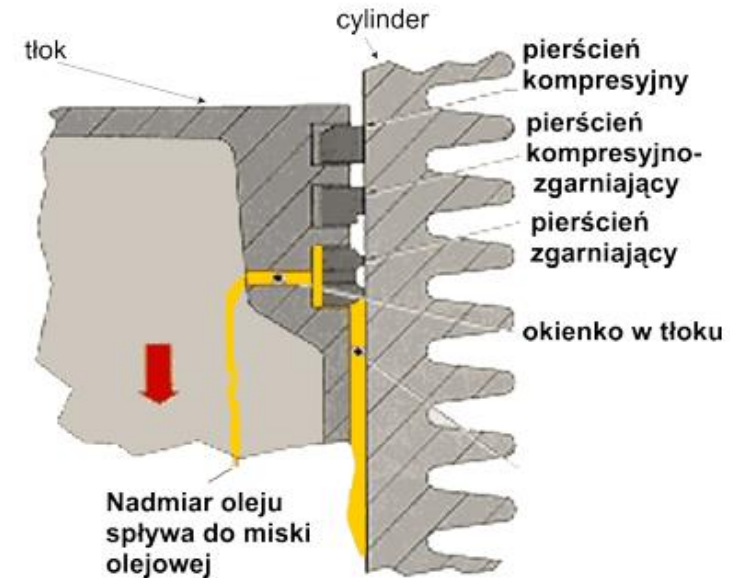
Budowa tłoka

„Kształt denka tłoka, zwłaszcza w silnikach o zapłonie samoczynnym, zależy od typu komory spalania. Dla przykładu, kiedy mamy do czynienia z wtryskiem bezpośrednim, to większa część mieszanki spala się właśnie w odpowiednio ukształtowanym denku. W przypadku dzielonej komory spalania (na komorę wirową i wstępną), używanej przeważnie w połączeniu z wtryskiem pośrednim, denka tłoków z reguły są płaskie lub lekko wypukłe dla zwiększenia ich wytrzymałości.” Głowica tłoka lub „korona” jest górną powierzchnią, na którą działa siła wybuchowa. Może być płaska, wklęsła, wypukła lub może mieć dowolny z wielu różnych kształtów w celu pobudzenia turbulencji lub kontroli spalania.



W części pierścieniowej „znajdują się pierścienie spełniające dwa główne zadania: **uszczelnianie tłoka w cylindrze oraz odprowadzanie ciepła z tłoka do ścianek cylindra**. Są one wykonywane z żeliwa szarego, żeliwa sferoidalnego lub stopowego z dodatkiem chromu, niklu, molibdenu.”

Część prowadząca „nazywana także płaszczem tłoka, prowadzi go w cylindrze oraz przenosi siły od niego pochodzące na ścianki cylindra. **Ta część jest najbardziej narażona na ścieranie**. Prawidłowa praca nie tylko części prowadzącej, ale i całego tłoka zależy w dużej mierze od jego rozszerzalności cieplnej oraz zachowanego luzu pomiędzy nim a cylindrem.”



<https://autokult.pl/13934,konstrukcja-ukladu-korbowego-tloki-czesc>

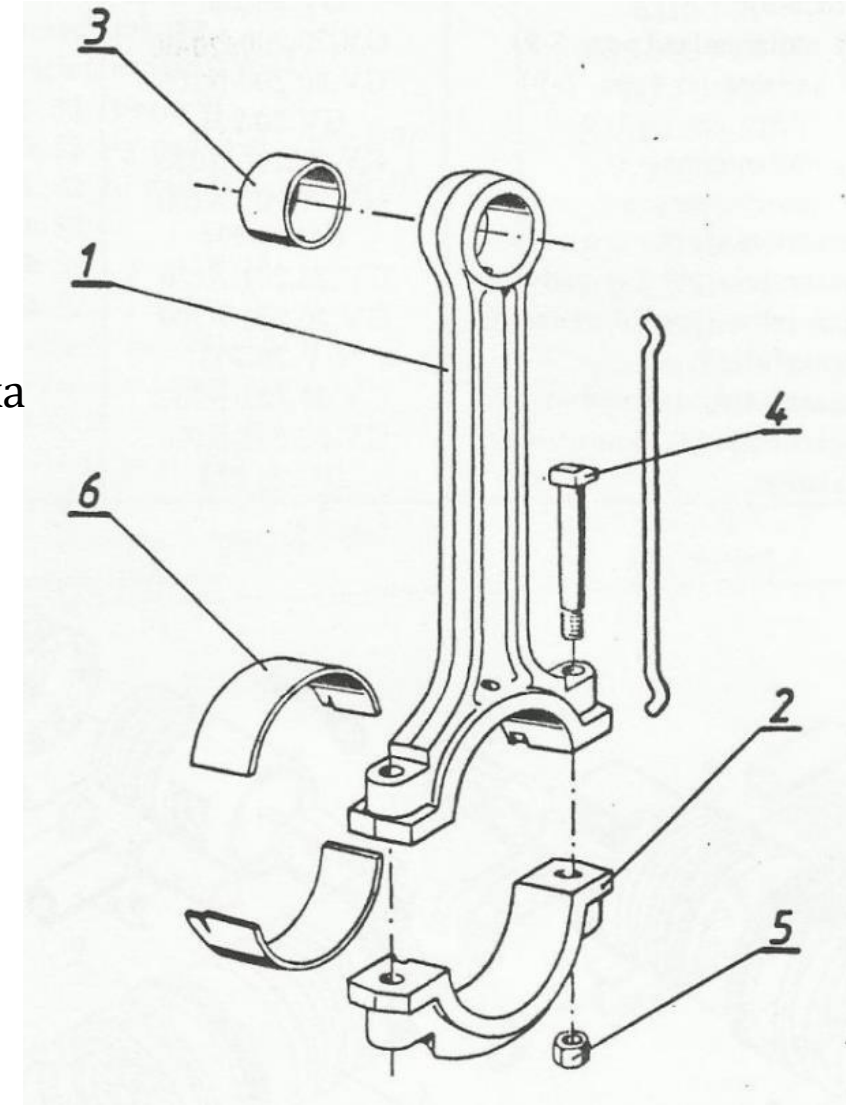
W ogólności tłok dzielimy na: denko, piastę tłoka, część pierścieniową, część nośną

Korbowód

Korbowód jest częścią mechanizmu korbowego. Służy (wraz z wałem korbowym) do zamiany ruchu posuwisto-zwrotnego tłoka na ruch obrotowy wału korbowego albo obrotowego ruchu wału na ruch posuwisty tłoka lub innego elementu.

Podstawowe elementy korbowodu to:

- główka,
- trzon,
- stopa,
- pokrywa stopy,
- śruba,
- tulejka ślizgowa.

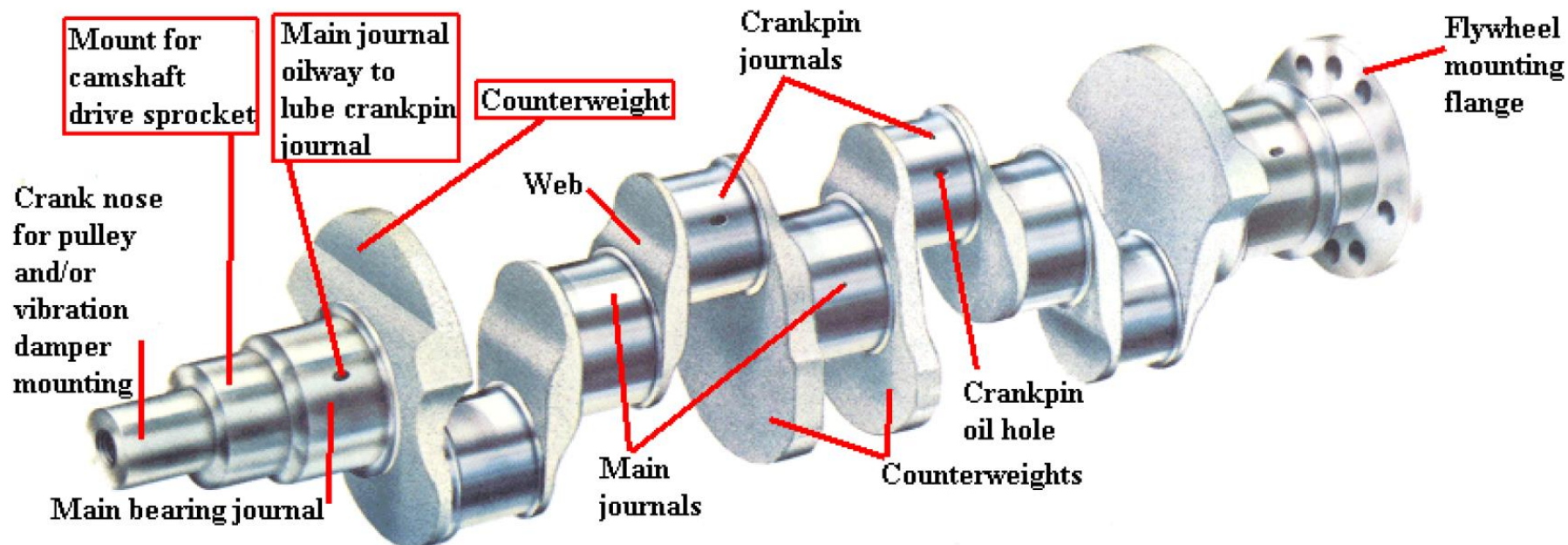


Wał korbowy

- Wał korbowy przekształca ruch posuwisto-zwrotny tłoków w ruch obrotowy (wirowy).
- Wał korbowy jest zwykle wykonany ze stali stopowej lub żeliwa.
- Wał korbowy jest połączony z tłokami za pomocą korbowodów.
- Niektóre części wału nie poruszają się w górę i w dół; obracają się w stacjonarnych głównych łożyskach. Części te są znane jako czopy główne.

Najważniejsze elementy wału korbowego:

- Czopy główne (Main journals)
- Czopy korbowe (Crankpin journals)
- Przeciwcieżar (counterweight)
- Tarcza koła zamachowego (Flywheel mounting flange)
- Ramię wykorbienia – łączące czopy (Web)



Blok silnika

Blok silnika jest podstawą dla tulei cylindra, które mogą być wytoczone w korpusie bloku, lub wstawiane w postaci oddzielnego elementu. Te pierwsze są łatwiejsze do wykonania, lecz wymagają lepszego materiału do odlewu całego bloku, wstawiane zaś dają możliwość użycia tańszego materiału do wykonania reszty bloku. Wstawiane tuleje cylindrowe upraszczają naprawę silnika. Nie licząc tulei cylindrowych, blok jest zazwyczaj dwuczęściowy, ze względu na konieczność zamontowania w nim układu tłokowo-korbowego. Z jednej strony montuje się głowicę silnika, z drugiej miskę olejową. Blok posiada również uchwyty do zamontowania całej jednostki w komorze silnika.

W skrócie:

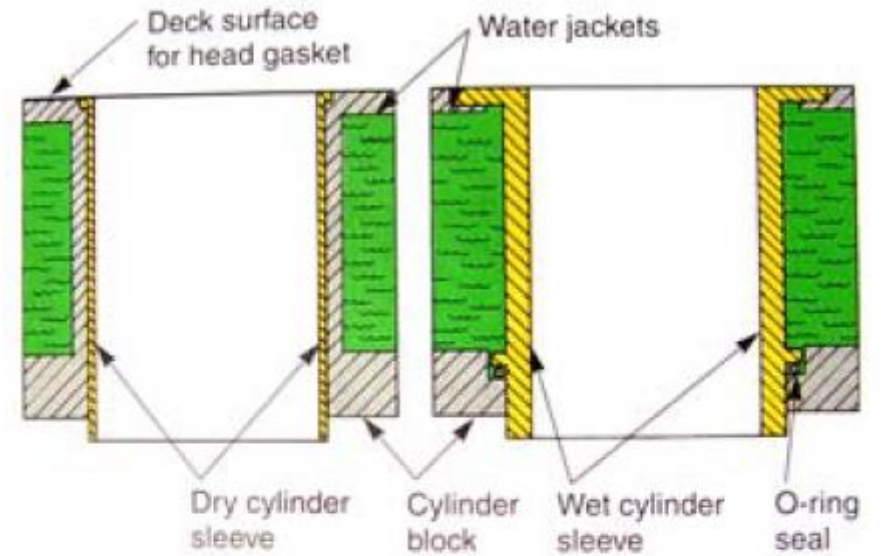
- Metalowy odlew zawierający cylindry i kanały chłodzące silnika.
- Wszystkie pozostałe podsystemy są przykręcone do bloku.
- Do budowy bloków stosuje się żeliwo (przemysł motoryzacyjny) lub stopy aluminium (przemysł lotniczy).



Tuleje cylindrowe

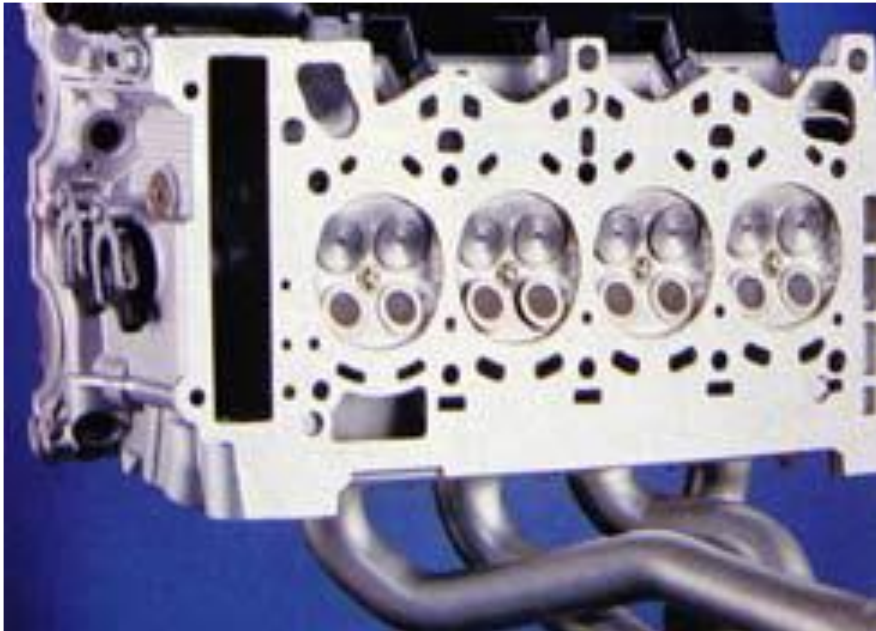
Tuleje cylindrowe lub wkładki

- Są to wkładki pasujące do bloku cylindrów
- Działają jak ściany cylindra, aby tłok się poruszał
- Wiele pojazdów wykorzystuje bloki cylindrów z aluminium
- Rozróżniamy suche i mokre tuleje cylindrowe
- Mokre nie mogą być wykorzystywane w silnikach dolnozaworowych



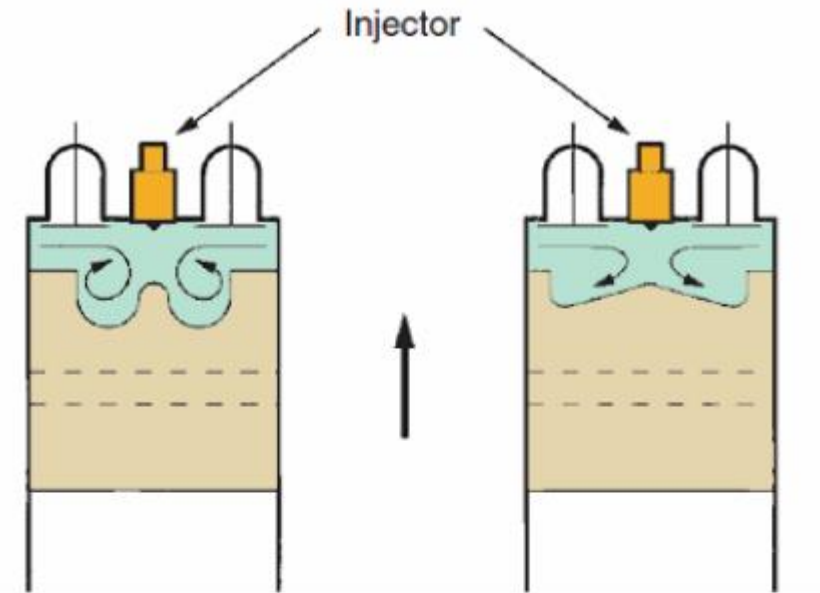
Głowica

- Głowica cylindrów jest metalową częścią silnika, która zamyka i zakrywa cylindry.
- Przykręcona na górze bloku, głowica cylindrów zawiera komory spalania (silnik benzynowy), płaszcze wodne i zawory (w silnikach z zaworem górnym).
- Uszczelka głowicy uszczelnia kanały w połączeniu bloku głowicy, a także uszczelnia cylindry.

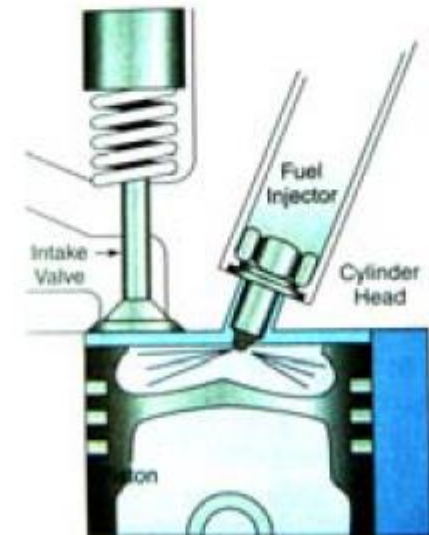


Bezpośredni wtrysk paliwa

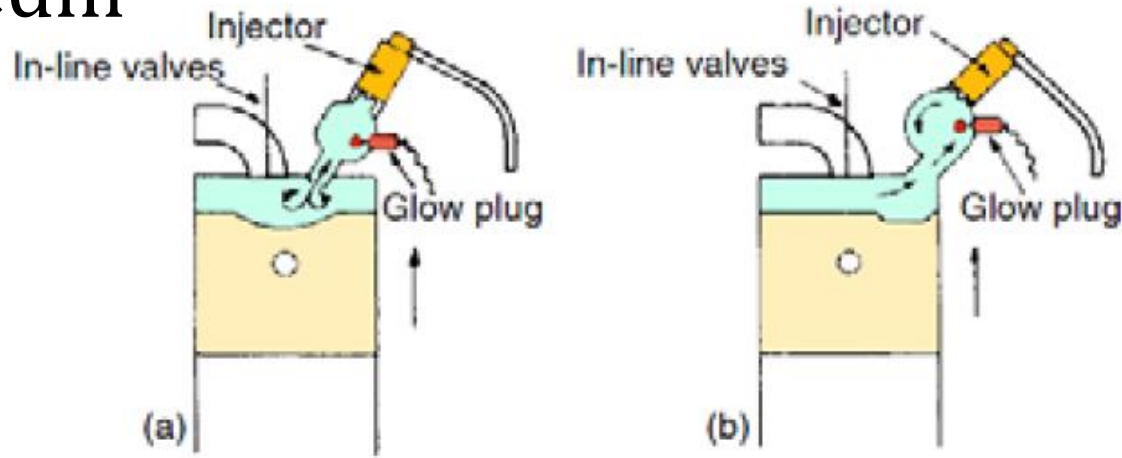
- W silniku wysokoprężnym z wtryskiem bezpośrednim, paliwo jest rozpylane do komory spalania bezpośrednio nad tłokiem.
- Tłok zwykle ma wgłębienie lub miskę, które jest zaprojektowane tak, aby ograniczać dostęp powietrza do obszaru pasującego do trajektorii rozpylania paliwa.
- Ten rodzaj układu polega przede wszystkim na rozpyleniu paliwa w celu zmieszania paliwa z powietrzem.
- Silnik z wtryskiem pośrednim (indirect injection - IDI) ma niższą sprawność niż silnik z wtryskiem bezpośrednim (direct injection - DI). Jest tak, ponieważ szybki ruch powietrza w komorze spalania powoduje wysokie prędkości wymiany ciepła, co powoduje większe straty energii paliwa.



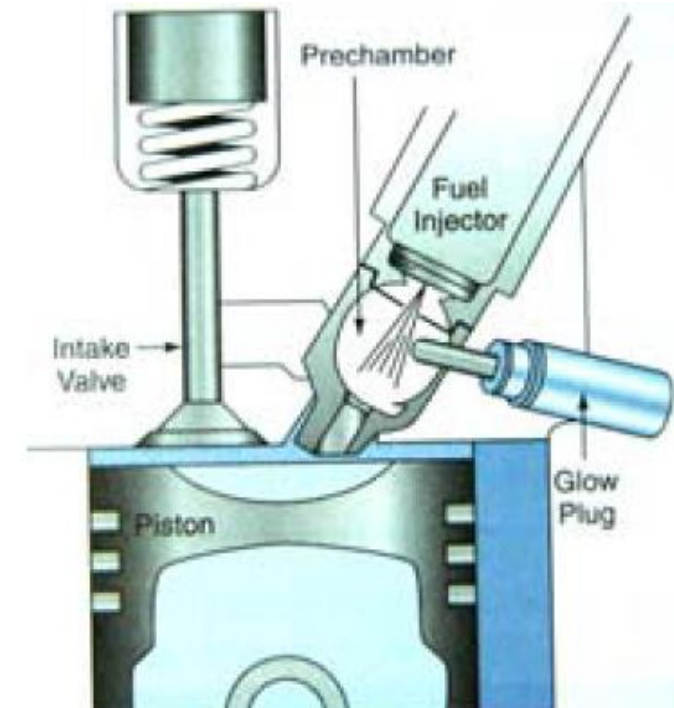
Basic layout of direct injection diesel combustion chambers:
a. high swirl toroidal
b. low swirl quiescent



Wtrysk pośredni



Basic layout of indirect-injection diesel combustion chambers
a. precombustion chamber
b. swirl chamber



W przypadku wtrysku pośredniego paliwo jest wtryskiwane do osobnej komory, która jest połączona z główną komorą nad tłokiem (połączone wąskim kanałem).

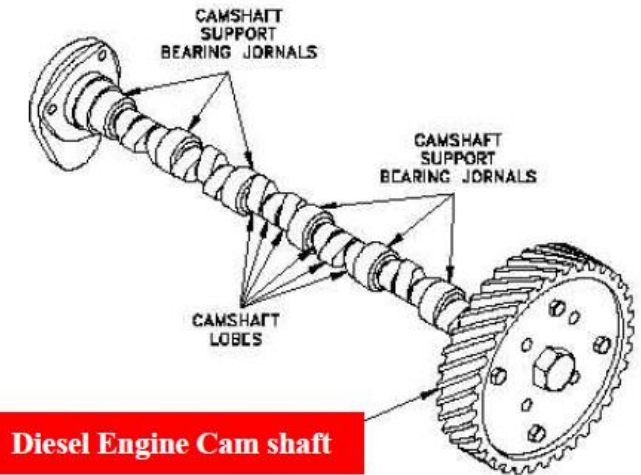
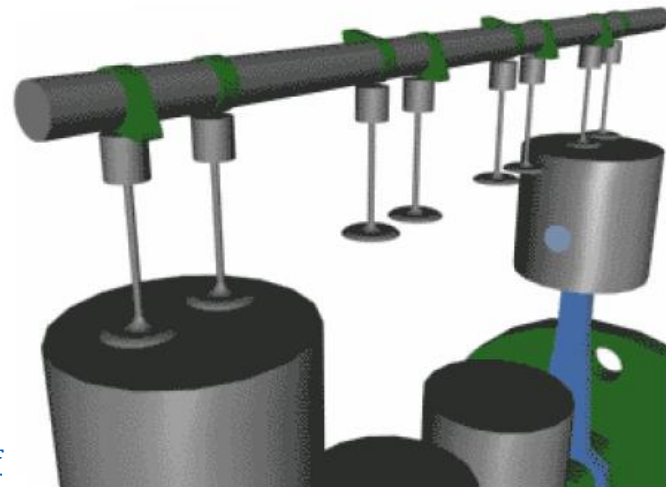
- Gdy tłok unosi się w kierunku górnego martwego punktu (GMP/TDC), powietrze przepływa z dużą prędkością przez kanał łączący do małej komory, zwanej komorą wirową (prechamber).
- Powietrze kręci się z dużą prędkością w komorze podczas wtryskiwania paliwa.
- Świeca żarowa włożona do komory pomaga podczas zimnego rozruchu.
- Ten typ układu polega na wirowaniu powietrza o dużej prędkości w celu wymieszania powietrza z paliwem, dzięki czemu układ wtrysku paliwa może działać przy niższych ciśnieniach i być tańszy.
- Po zapaleniu się paliwa, spalająca się mieszanina wypycha się z powrotem przez kanał do głównej komory, w której wzrost ciśnienia działa na tłok.

Rozrząd zaworowy

- Układ zaworów składa się z zaworów i mechanizmu, który je otwiera i zamyka.
- System otwierania i zamykania składa się z wałka rozrządu i wahaczy.
- Na wałku rozrządu znajdują się krzywki, które poruszają zaworami w górę i w dół.



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/Nockenwelle_ani.gif



Rodzaje układów zaworowych

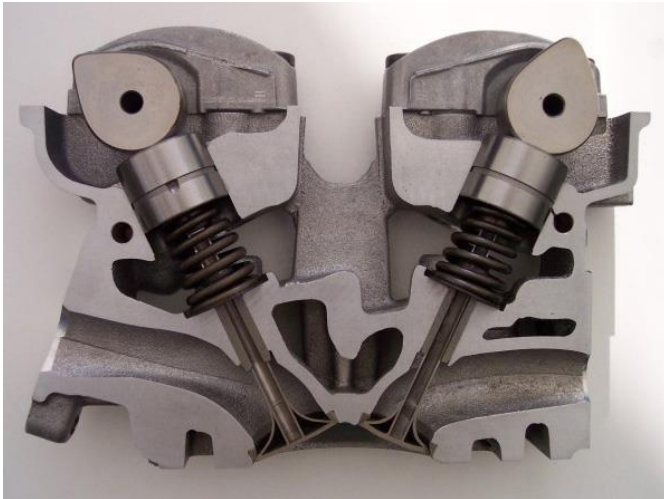
OHC – overhead camshaft (głowicowy wałek rozrządu)

SOHC – single overhead camshaft

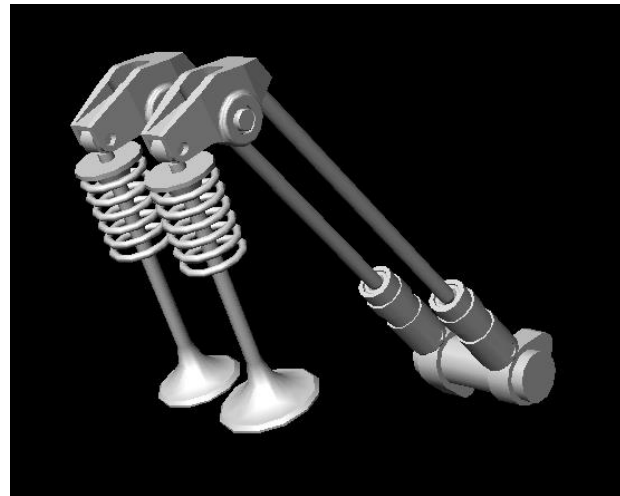
DOHC – double overhead camshaft

OHV – overhead valves (górnzaworowy)

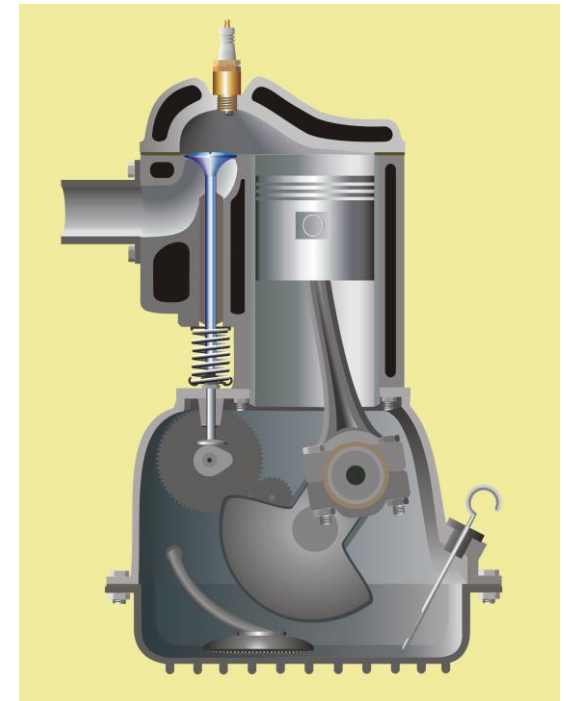
SV – side valves (dolnozaworowy)



<https://pl.wikipedia.org/wiki/DOHC#/media/Plik:DOHC-Zylinderkopf-Schnitt.jpg>

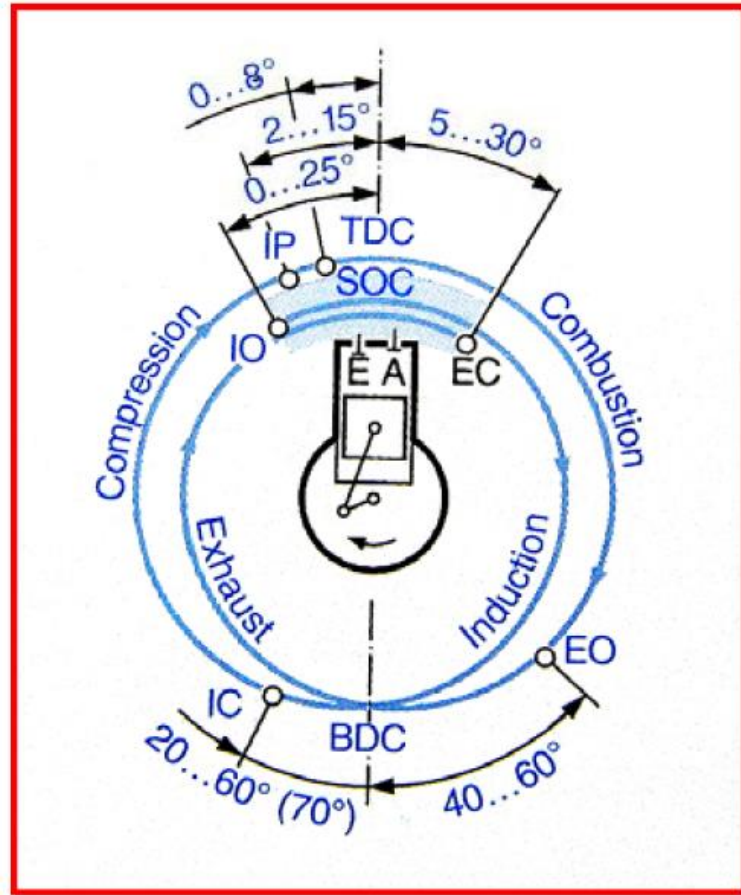


<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d8/Pushrod2.PNG>



https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_dolnozaworowy#/media/Plik:Side-valve_engine_with_Ricardo's_turbulent_head_01.png

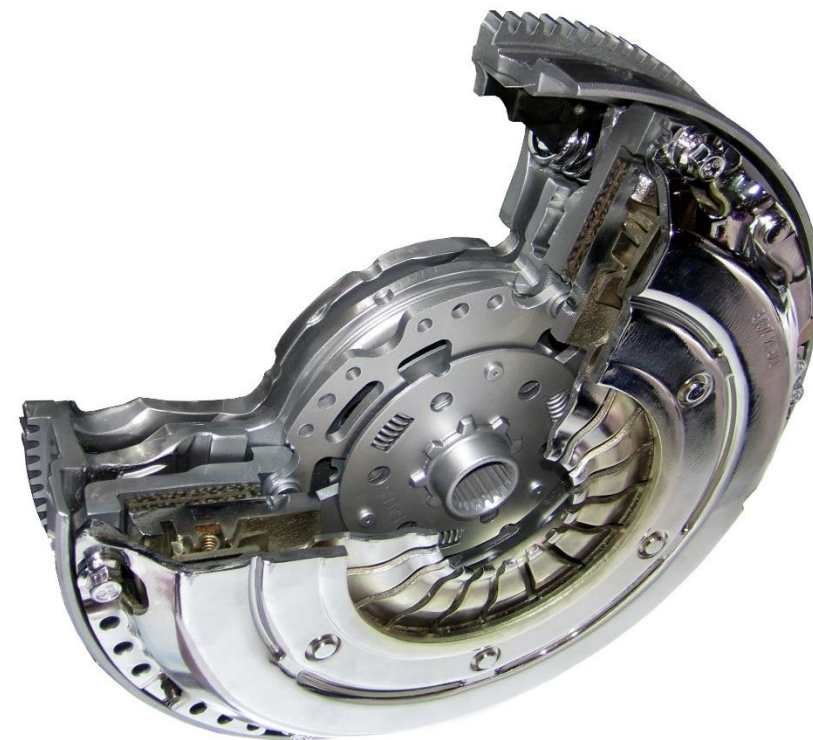
Przykładowy schemat rozrządu z silnika Diesla



SOC- start of combustion
IO- Inlet open
IC- Inlet close
IP- Injection point
EO-Exhaust open
EC-Exhaust close

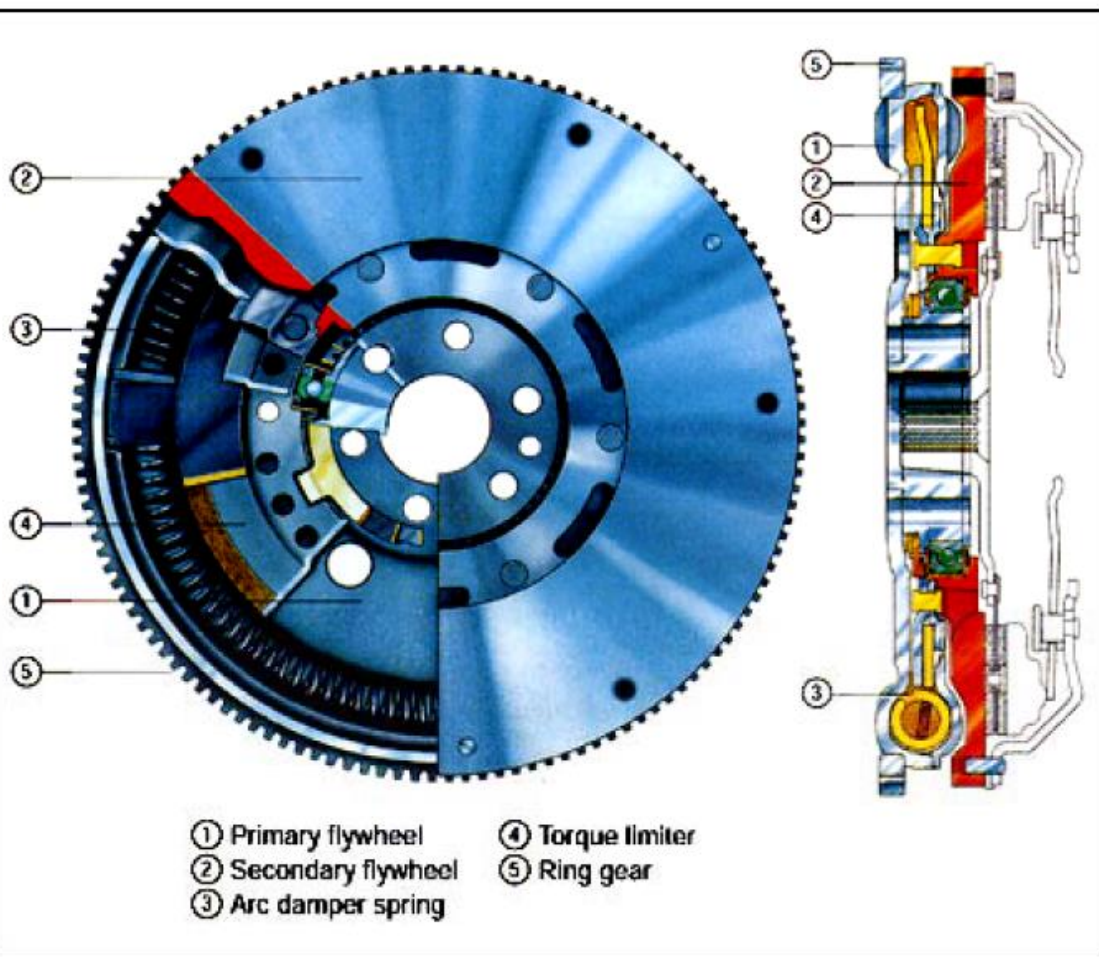
Koło zamachowe

Koło zamachowe – bryła obrotowa o dużym momencie bezwładności, wykorzystywana do krótkotrwałego magazynowania energii mechanicznej. Jest prostym akumulatorem mechanicznym gromadzącym energię kinetyczną.



https://pl.wikipedia.org/wiki/Ko%C5%82o_zamachowe

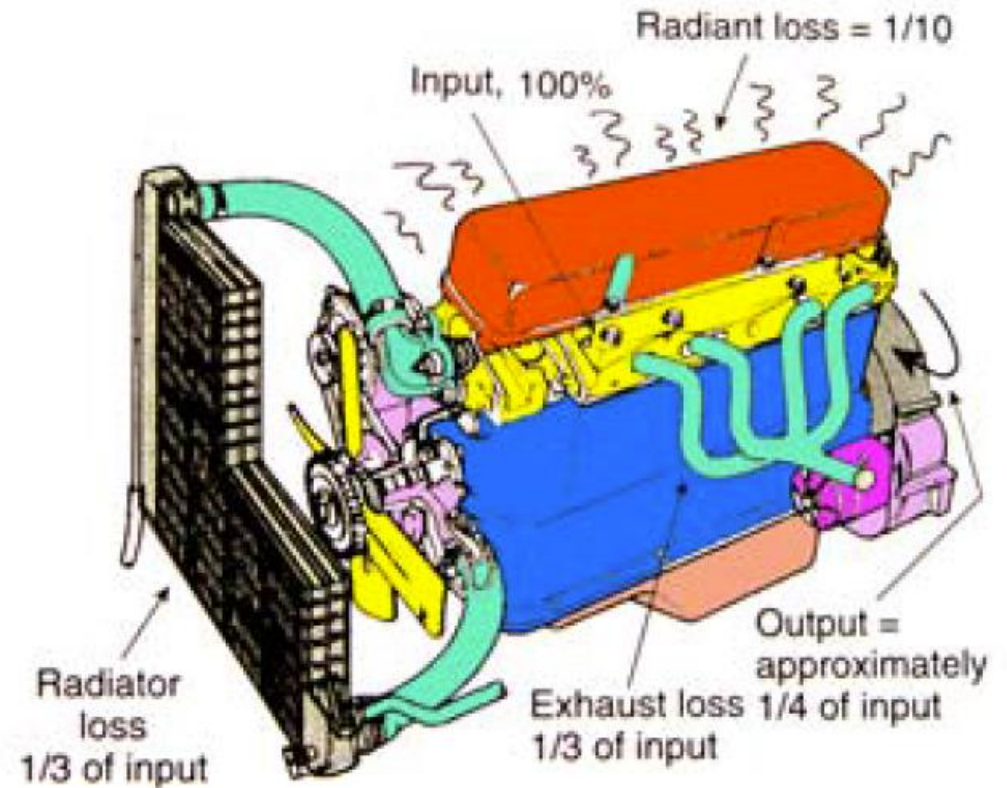
- Koło zamachowe jest przykręcone do kołnierza wału korbowego
- Koło zamachowe jest również wyposażone w koło koronowe, z którym zazębia się zębnik rozrusznika podczas rozruchu silnika
- Pokrywa sprzęgła z tarczą sprzęgła jest przykręcona do koła zamachowego.
- W niektórych silnikach wysokoprężnych używanych w lekkich pojazdach koło zamachowe zostanie zastąpione DMF (Dual Mass Flywheel – koło dwumasowe), aby zapewnić płynniejszą i pozbawioną wibracji pracę.



Układ chłodzenia silnika

W typowym silniku benzynowym około 33% całkowitego wkładu ciepła jest tracone.

- System chłodzenia odpowiada za odprowadzanie tego ciepła do atmosfery
- Najpopularniejsze metody chłodzenia silników tłokowych:
 - Układ chłodzony cieczą - stosowany w silnikach używanych w samochodach osobowych i ciężarowych
 - Układ chłodzony powietrzem - stosowany w mniejszych silnikach, takich jak motocykle



Heat loss in an engine

Funkcje układu chłodzenia

System chłodzenia ma kilka funkcji:

- Usuwanie nadmiaru ciepła z silnika

- Spalanie paliwa wytwarza ogromną ilość ciepła
- Temperatura płomienia spalania może osiągnąć około 250 stopni Celsjusza - wystarczająco, aby stopić metalowe części
- Część tego ciepła jest usuwana przez płyn z układu chłodzenia, aby chronić części metalowe przed uszkodzeniem

- Utrzymanie stałej temperatury pracy

- Temperatura robocza silnika to temperatura osiągnięta przez płyn chłodzący w normalnych warunkach pracy
- Zazwyczaj temperatura robocza silnika mieści się w zakresie od 80 do 100 stopni Celsjusza
- Ta temperatura zapewnia, że wszystkie odstępy między częściami są prawidłowe po rozszerzeniach.
- Zapewnia również właściwe spalanie, poziomy emisji spalin i osiągi silnika

- Szybko zwiększa temperaturę zimnego silnika

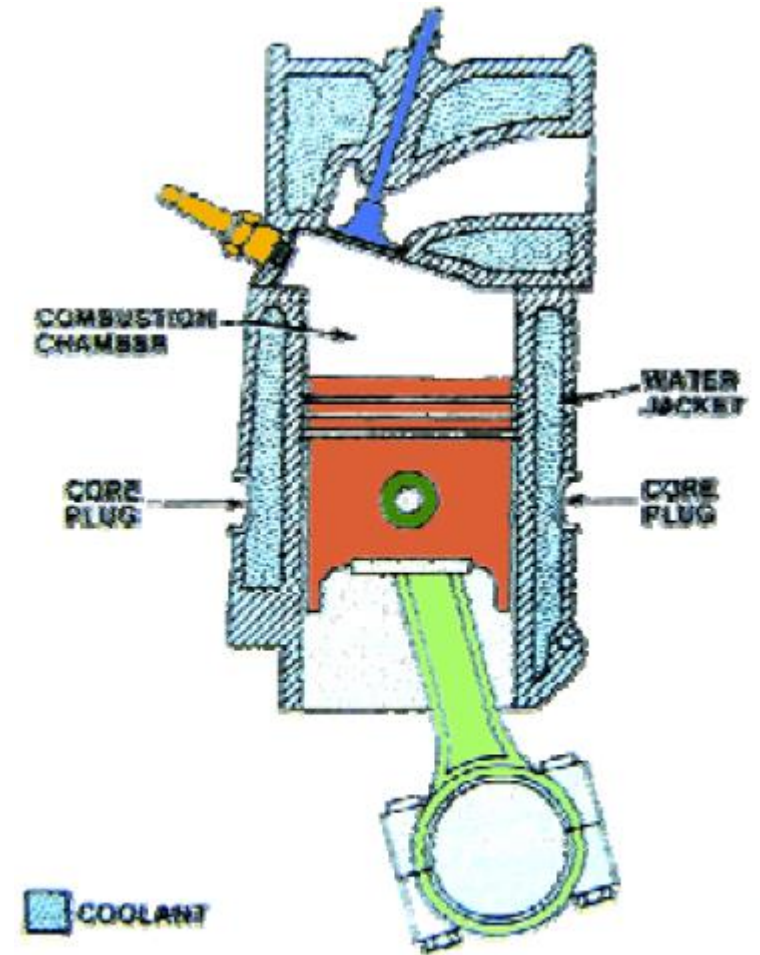
- Silnik musi szybko się rozgrzać, aby zapobiec złemu spalaniu, zużyciu części, zanieczyszczeniu oleju, zmniejszeniu zużycia paliwa, zwiększonej emisji i innym problemom.
- Zbyt dużo prześwitów
- Olej w zimnym silniku może być gęsty - zwiększone zużycie
- Nieprawidłowe odparowanie paliwa - nieprawidłowe spalanie

- Zapewnić środki do ogrzewania kabiny pasażerskiej

- Płyn z układu chłodzenia zwykle przepływa też przez nagrzewnicę pojazdu.
- Chłodziwo silnika jest ciepłe, jego ciepło można wykorzystać do ogrzania kabiny pasażerskiej.

Układ chłodzenia cieczą

- czynnik chłodzący krążący w układzie (roztwór wody i płynu chłodzącego) przepływa przez płaszcze wodne.
- Następnie płyn chłodzący odbiera nadmiar ciepła i przenosi je z silnika
- Chłodzenie cieczą:
 - bardziej precyzyjna kontrola temperatury silnika
 - Mniejsze wahania temperatury wewnątrz silnika
 - Lepsza kontrola temperatury prowadząca do zmniejszenia emisji spalin
 - Poprawiona praca nagrzewnicy w celu ogrzewania przestrzeni pasażerskiej



Engine water jackets

Chłodziwa

- Koncentrat płynu chłodzącego na bazie glikolu etylenowego
- 40 do 70 procent stężenia w wodzie
- Skuteczny zarówno zimą, jak i latem w samochodowych i samolotach, w układach chłodzenia pojazdów, zapewniając ochronę przed zamarzaniem, wrzeniem i korozją.
- Typowy płyn chłodzący stosowany w układzie chłodzenia składa się zasadniczo z:
 - glikol etylenowy
 - inhibitory korozji,
 - tłumik piany,
 - wystarczająca ilość wody do rozpuszczenia dodatków

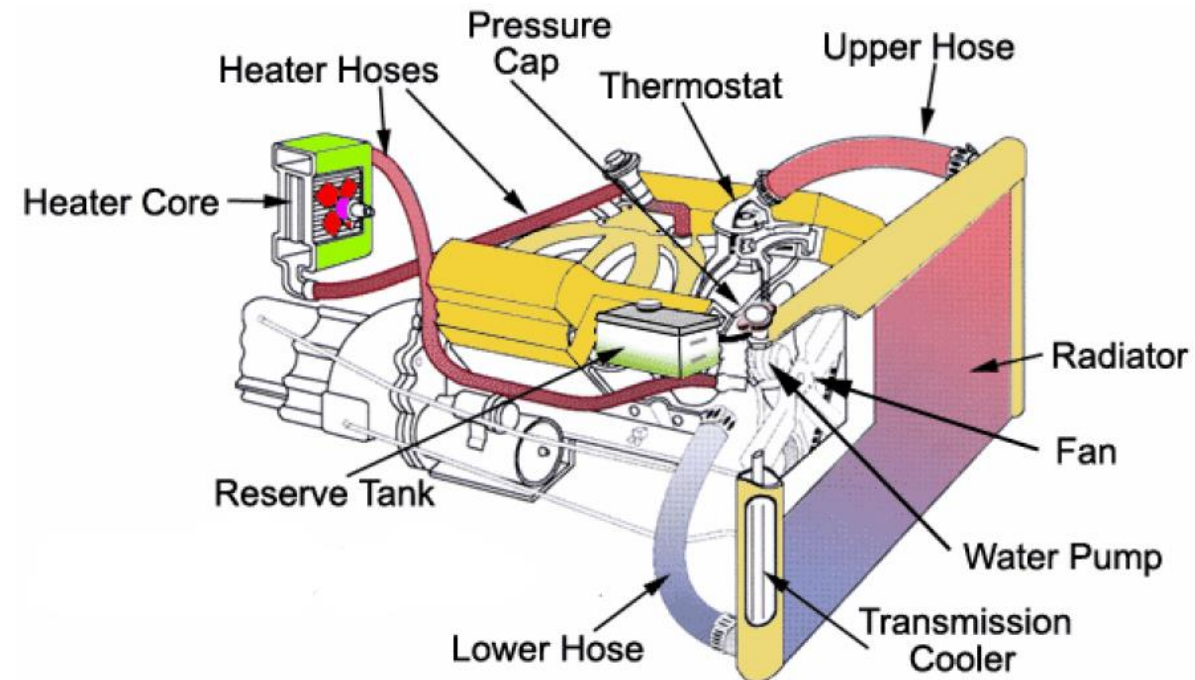
Elementy układu chłodzenia

Pompa wodna:

- Pompa odśrodkowa przetłacza płyn chłodzący przez blok silnika, głowicę cylindrów, kolektor dolotowy, węże i chłodnicę
- Często napędzany jest przez wał korbowy silnika (np. przez pasek)

Układ chłodzenia składa się z:

- radiator
- Zbiorniki chłodnicy
- wentylator
- pompa wody
- zbiornik wyrównawczy
- termostat



Termostat

- **„Rozgrzewanie silnika** – termostat nie dopuszcza do schładzania cieczy chłodzącej, zamykając jej obieg przez chłodnicę. Jego zadaniem jest doprowadzenie do jak najszybszego rozgrzania cieczy.”
- **„Utrzymanie optymalnej temperatury silnika** – poprzez otwieranie i zamykanie obiegów cieczy chłodzącej, termostat utrzymuje jej temperaturę w wąskim zakresie od ok. 80 do ok. 95 stopni Celsjusza.”
- **„Efektywne chłodzenie silnika** – przy dużych obciążeniach termicznych termostat ma za zadanie otwarcie obiegu cieczy chłodzącej przez chłodnicę i utrzymanie takiego stanu do schłodzenia silnika do bezpiecznej temperatury.”

<https://autokult.pl/24848,termostat-zadania-termostatow-i-celowosc-ich-stosowania>



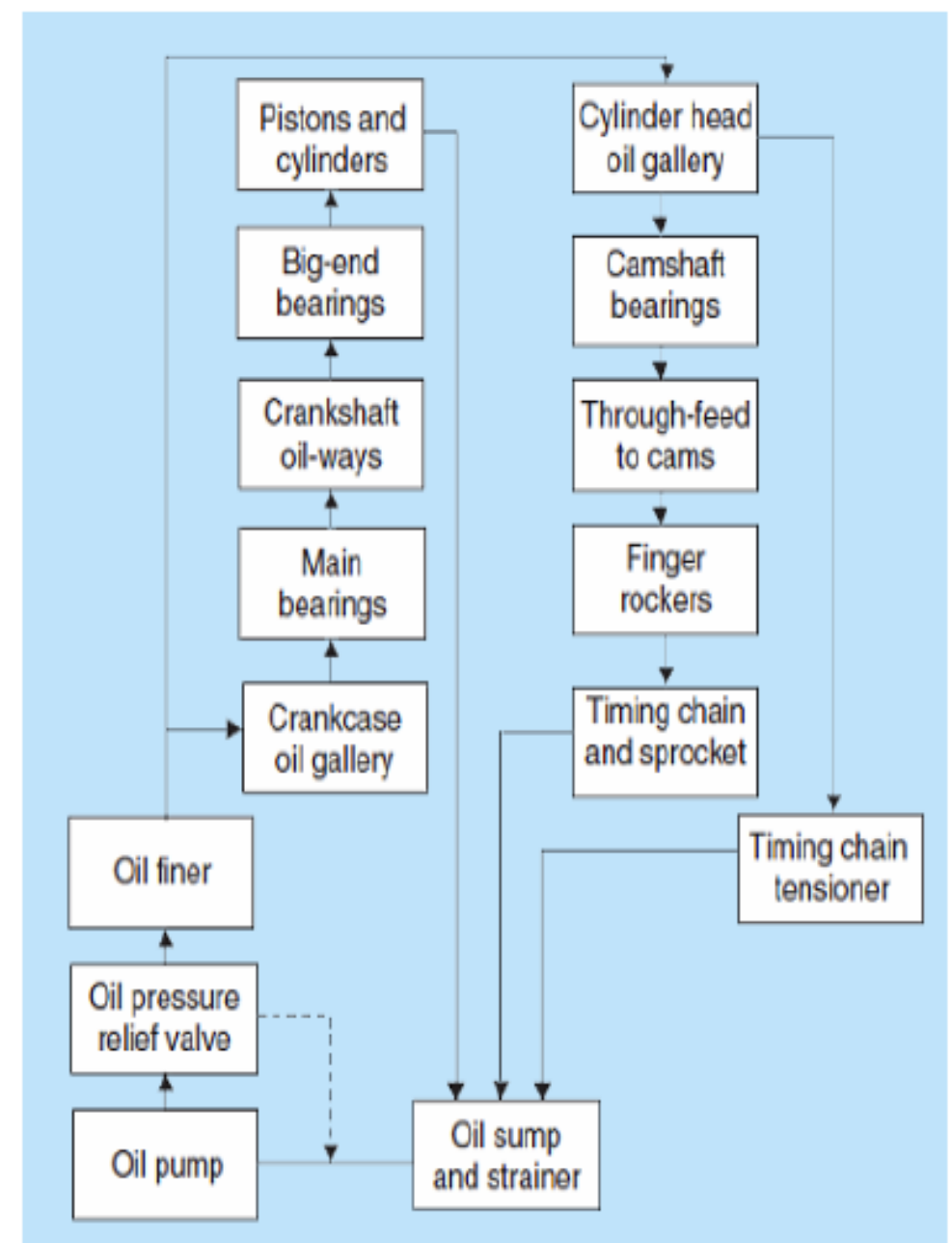
Charakterystyka:

- Wyczuwa temperaturę silnika i kontroluje przepływ płynu chłodzącego przez chłodnicę.
- Zmniejsza przepływ chłodziwa, gdy silnik jest zimny, i zwiększa gdy silnik się nagrzewa.
- Powszechnie stosowane są termostaty woskowe i fazowe.
- Po podgrzaniu element woskowy rozszerza się i popycha zawór do położenia otwartego.
- Gdy element woskowy/elastomer i termostat ostygną, napięcie sprężyny pokonuje ekspansję elastomeru i zawór zamyka się
- Oceną termostatu jest temperatura robocza, która zwykle wynosi 82 - 91 stopni Celsjusza

Układ smarowania silnika

Ważne funkcje układów smarowania:

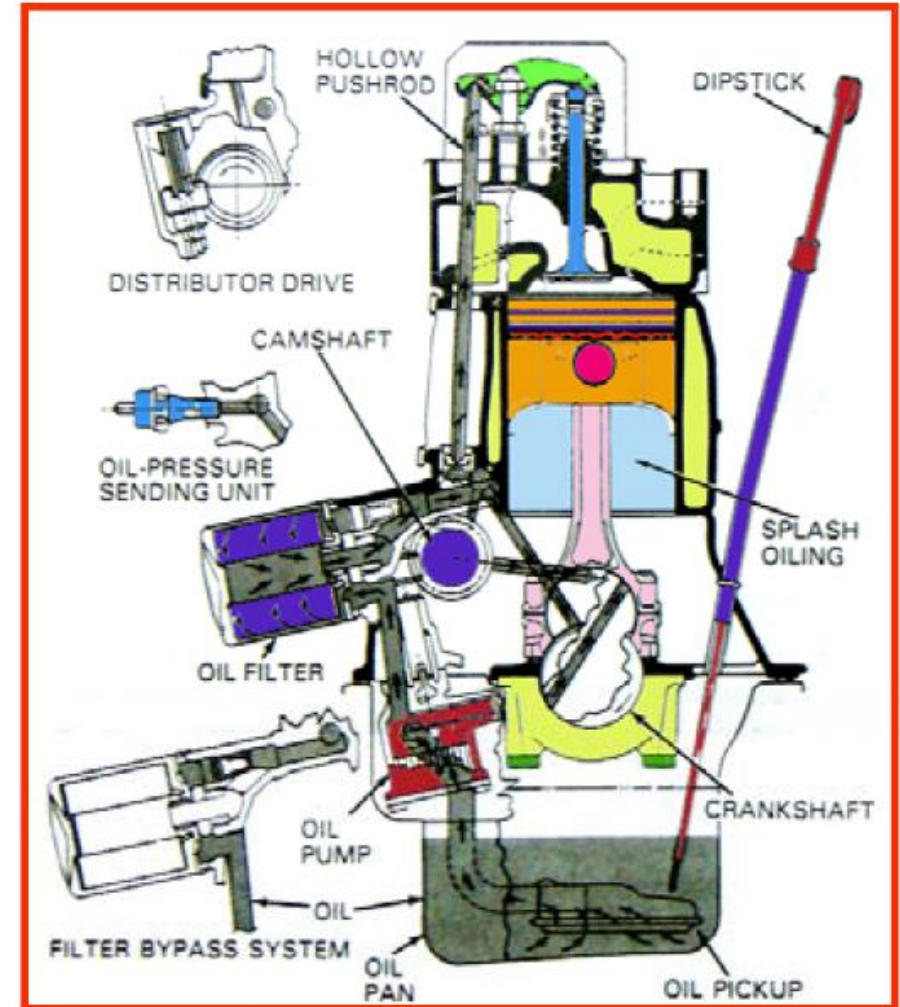
- Zmniejsza tarcie i zużycie między ruchomymi częściami
- Pomaga w przenoszeniu ciepła z części silnika
- Czyści wnętrze silnika, usuwając zanieczyszczenia (metal, brud, plastik, gumę i inne cząstki)
- Zmniejsza straty mocy i poprawia ekonomiczność silnika
- Pochłania wstrząsy między ruchomymi częściami, co ogranicza dźwięki powstałe w trakcie pracy silnika i wydłuża żywotność silnika



Komponenty układów smarowania

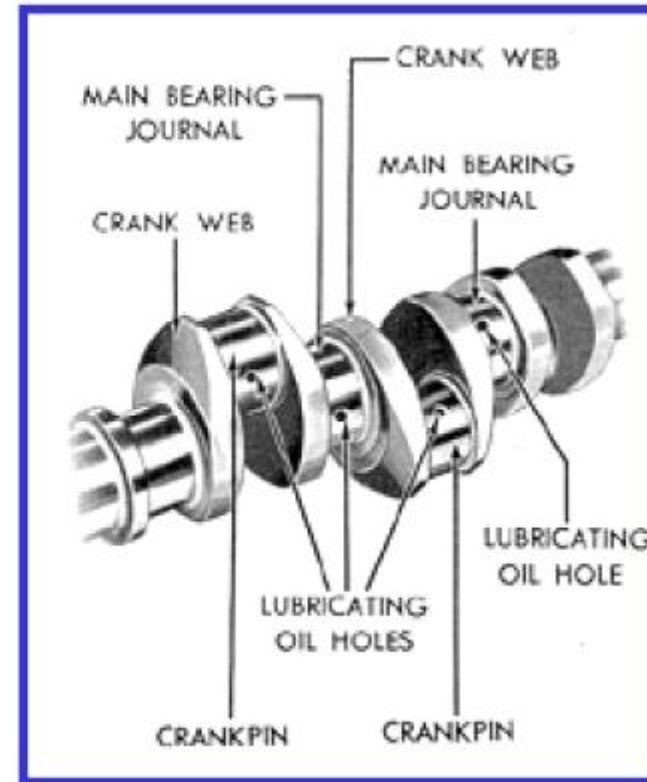
Główne elementy typowych układów smarowania:

- Pompa olejowa
- Podbicie pompy olejowej
- Miska olejowa
- Zawór bezpieczeństwa / korek wlewu
- Filtr oleju
- Wskaźnik ciśnienia oleju
- Miarka / bagnet
- Chłodnica oleju
- Kanaliki przepływowe



Galerie przepływowe w silnikowych:

- Galerie olejowe składają się z połączonych ze sobą kanałów, które zostały całkowicie wywiercone przez blok silnika podczas produkcji.
- Olej jest kierowany przez te kanały do różnych części silnika.
- Wał korbowy zawiera również kanały olejowe do prowadzenia oleju z łożyska głównego do powierzchni łożysk korbowodu.



Literatura dodatkowa:

Ashok C. Meti: Automotive Engines, MSRSAS-Bangalore, dostęp online: 19.02.2020r.