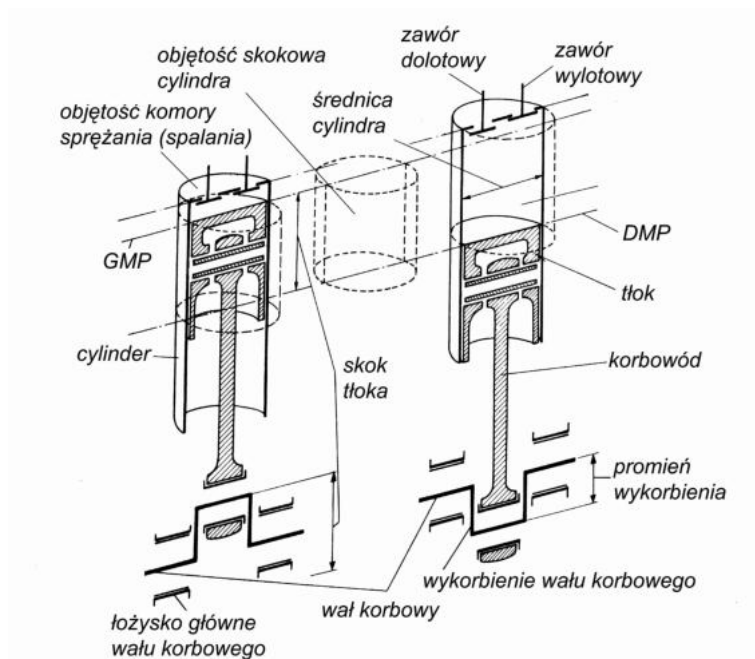
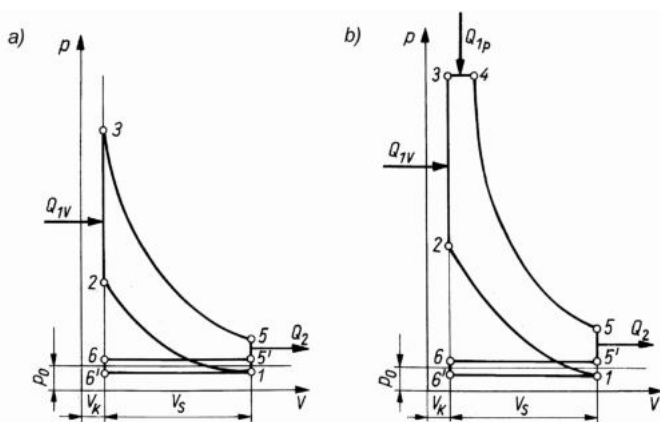


3. DZIAŁANIE TŁOKOWYCH SILNIKÓW SPALINOWYCH

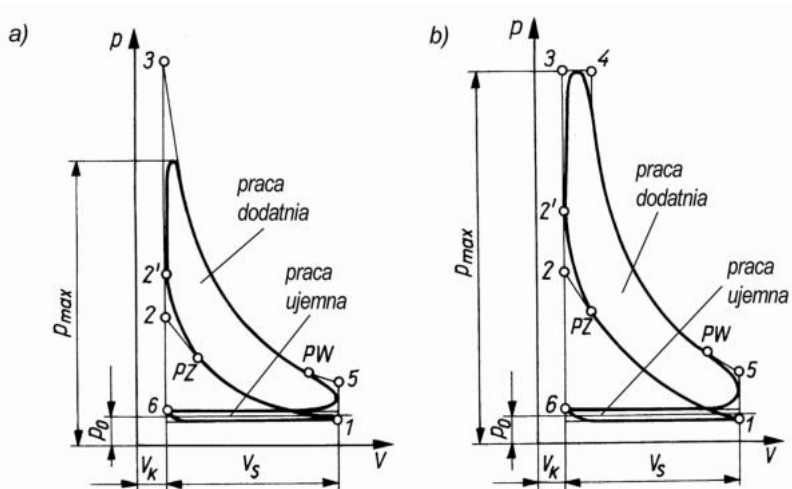
3.1. Zasady pracy silników spalinowych



Rys. 0.1. Główne części, wymiary i objętości silnika spalinowego [2]

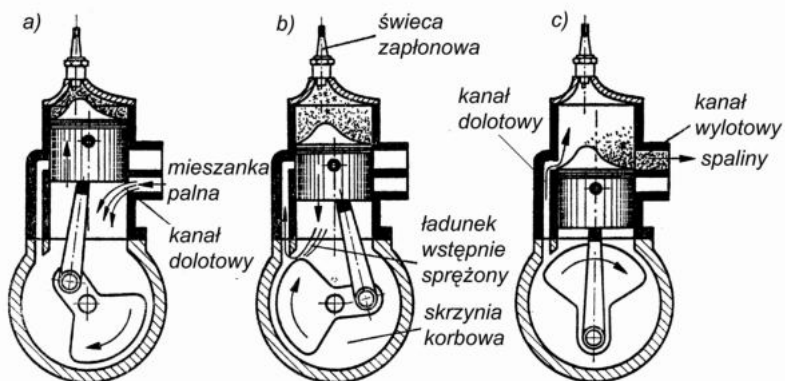


Rys. 0.2. Wykresy obiegów porównawczych czterosuwowych silników spalinowych: a) z zapłonem iskrowym, b) z zapłonem samoczynnym [12]

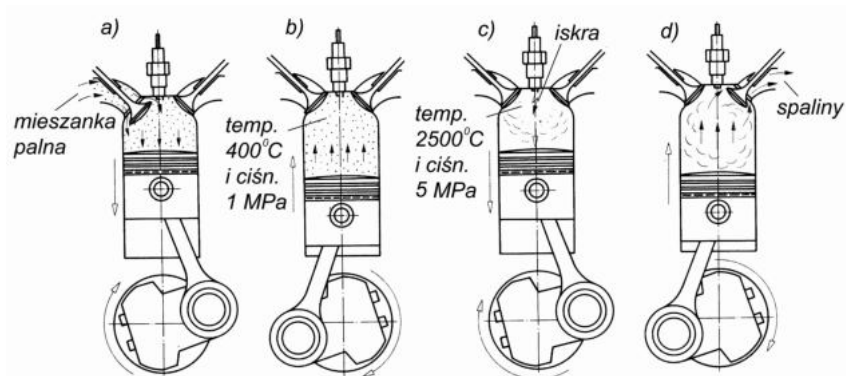


Rys. 0.3. Wykresy obiegów rzeczywistych (indykatorowe) silników spalinyowych: a) z zapłonem iskrowym, b) z zapłonem samoczynnym [12]

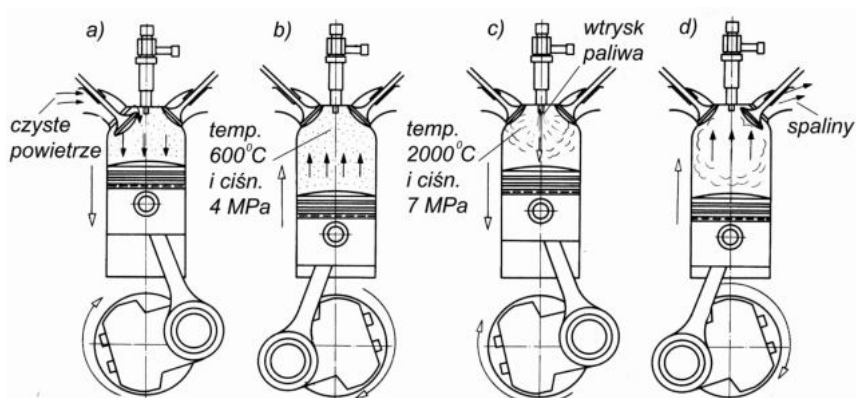
PZ – punkt zapłonu mieszanki, PW – punkt otwarcia zaworu wylotowego



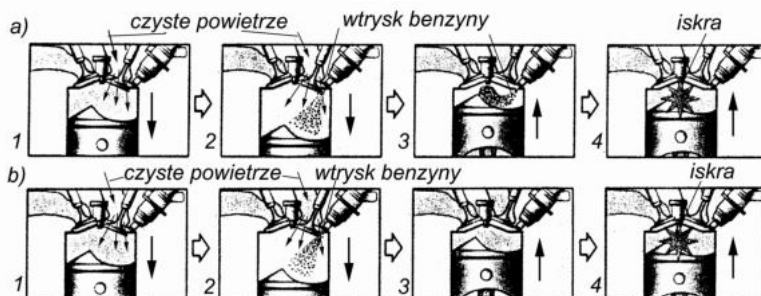
Rys. 0.4. Zasada działania silnika dwusuwowego o zapłonie iskrowym [2]



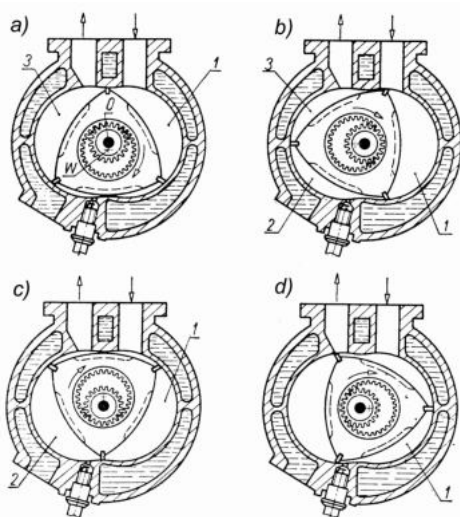
Rys. 0.5. Działanie silnika czterosuwowego o zapłonie iskrowym [26]



Rys. 0.6. Działanie silnika czterosuwowego o zapłonie samoczynnym [26]



Rys. 0.7. Działanie silnika Mitsubishi GDI z bezpośrednim wtryskiem benzyny do cylindra: a – praca w trybie ekonomicznym – pierwszy wtrysk benzyny podczas suwu dolotu (2), drugi przy końcu suwu sprężania (3), b – praca trybie o zwiększonej mocy – wtrysk tylko jednorazowy pod koniec suwu dolotu (2)



Rys. 0.8. Zasada działania silnika Wankla:

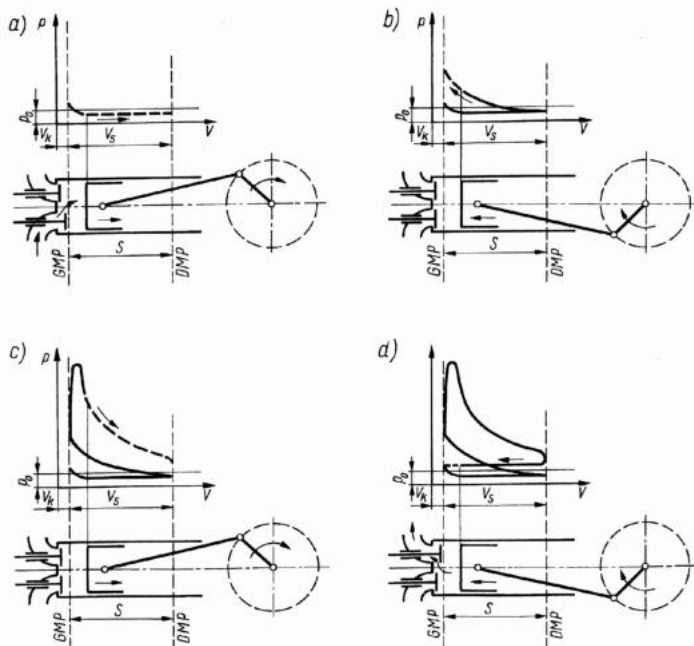
a, b – dołot mieszanki paliwowo-powietrznej do komory 1;

c, d – sprężanie mieszanki w komorze 1;

b, c –praca (rozprężanie) spalin w komorze 2;

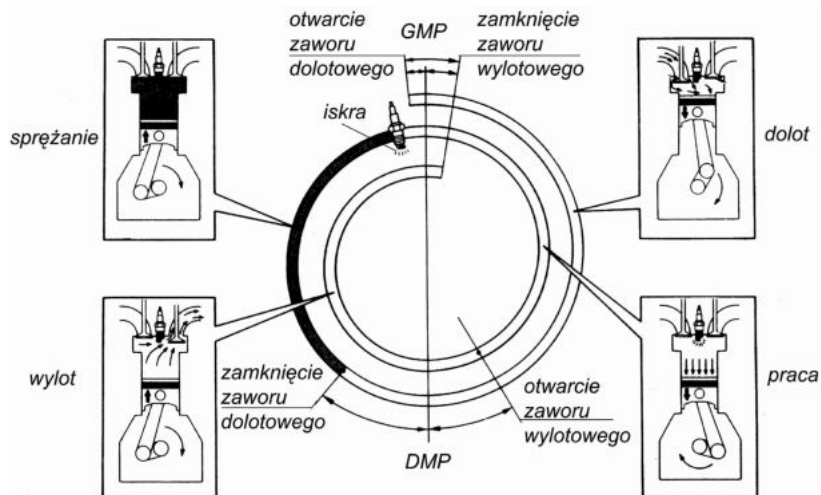
a, b – wylot spalin z komory 3

Oznacza to, że nas jeden obrót tłoka, a więc na trzy obroty wału, przypadają trzy pełne cykle robocze (po jednym na komorę), czyli że jeden cykl roboczy przypada na jeden obrót wału (jak w silniku dwusuwowym) [31]



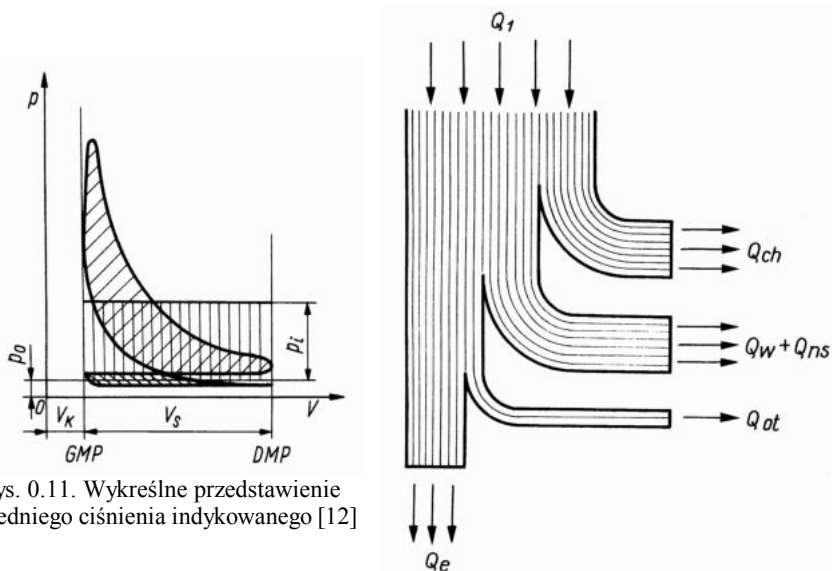
Rys. 0.9. Działanie silnika czterosuwowego w oparciu o wykres pracy [20]

3.2. Fazy rozrządu



Rys. 0.10. Przebieg faz pracy silnika czterosuwowego w odniesieniu do położenia wału korbowego (wyjaśnienie jak powstaje wykres faz rozrządu) [23]

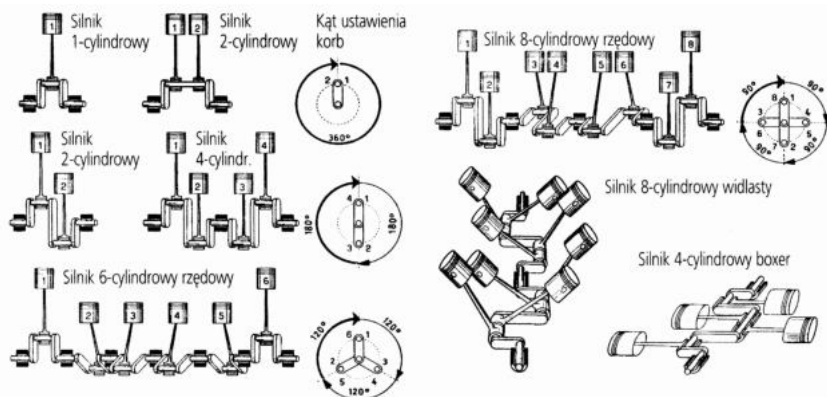
3.3. Średnie ciśnienie indykowane i bilans cieplny



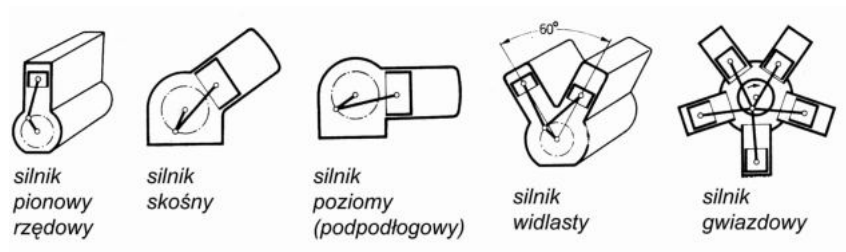
Rys. 0.11. Wykreślne przedstawienie średniego ciśnienia indykowanego [12]

Rys. 0.12. Bilans cieplny silnika [12]

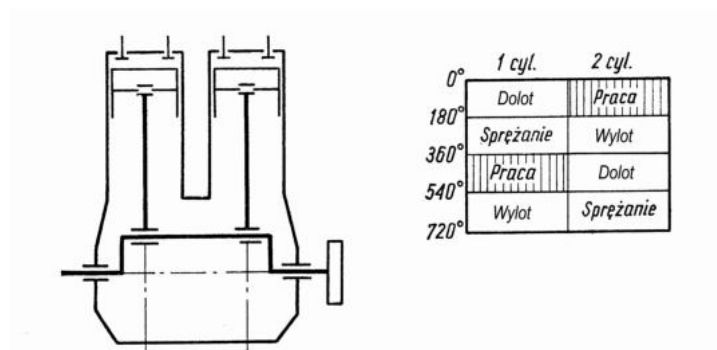
3.4. Silniki wielocylindrowe



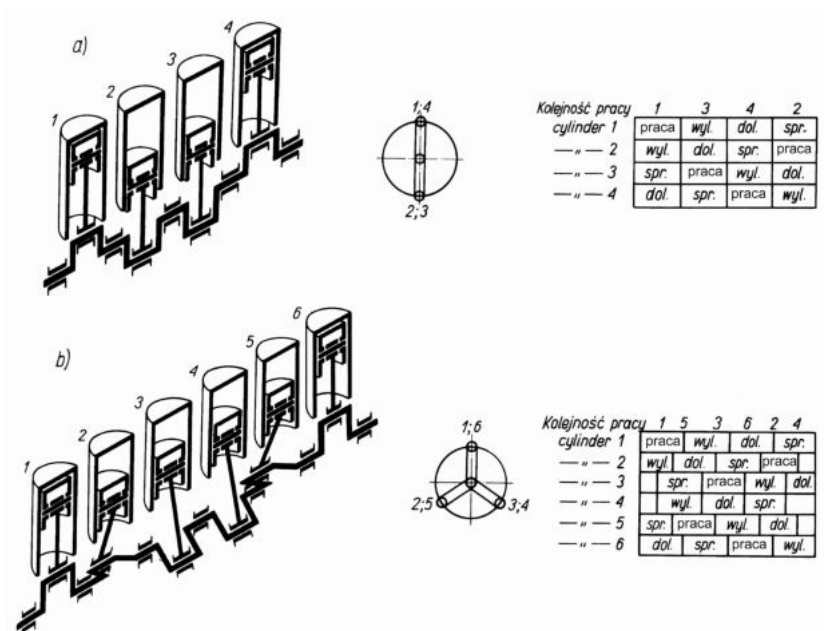
Rys. 0.13. Układy łożkowo-korbowe różnych typów silników [22]



Rys. 0.14. Różne usytuowanie cylindrów w silnikach spalinowych [2]

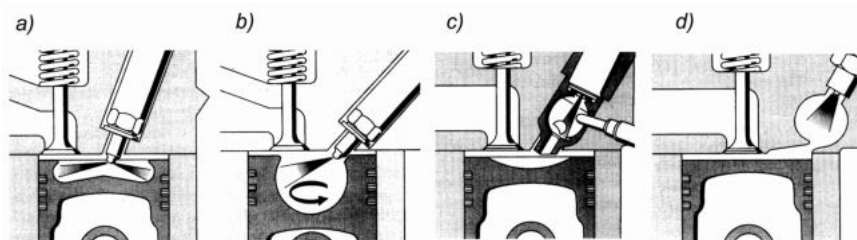


Rys. 0.15. Kolejność pracy silnika rzędowego dwucylindrowego [1]

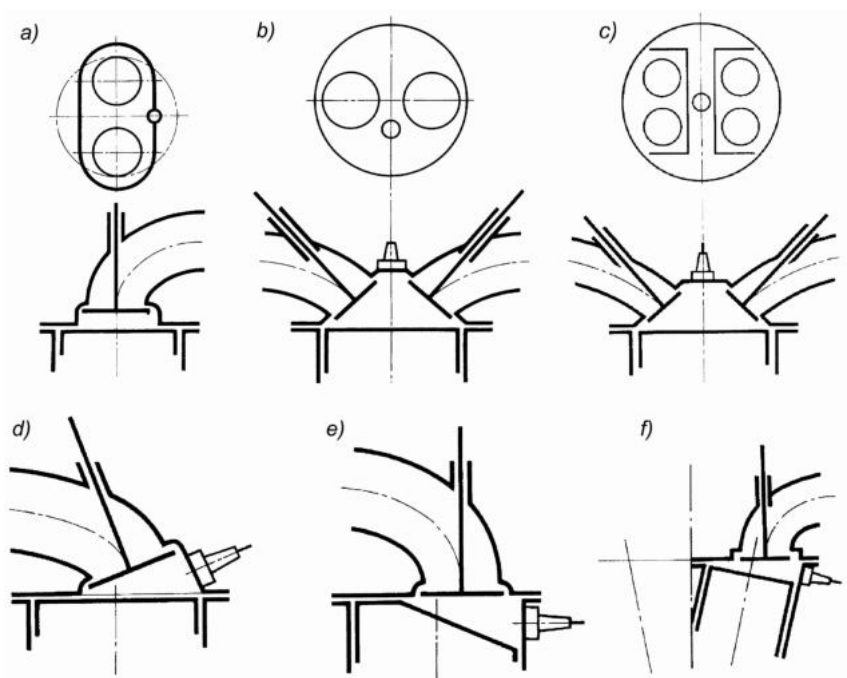


Rys. 0.16. Kolejność pracy silnika spalinowego: a – czterocylindrowego o kolejności pracy 1-3-4-2, b – sześciocylindrowego o kolejności pracy 1-5-3-6-2-4 [26]

3.5. Komory spalania silników tłokowych

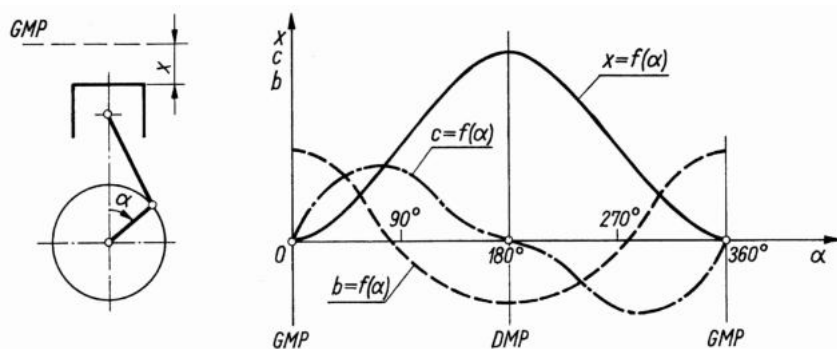


Rys. 0.17. Rodzaje komór spalania silników z zapłonem samoczynnym: a i b – komory niedzielone z wtryskiem bezpośrednim (w postaci odpowiednich wgłębień w tłoku), c – komora dzielona z komorą wstępną umieszczoną w głowicy (z świecą żarową i niekiedy z rozbijaczem strugi lub wkładką żarową) d – komora dzielona z komorą wirową umieszczoną w głowicy (stanowiąca 70 – 80% objętości całej komory spalania) [22]



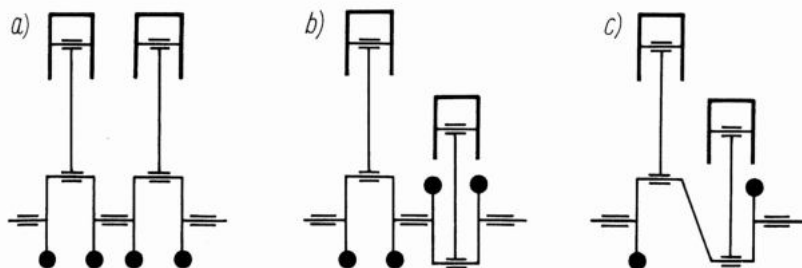
Rys. 0.18. Rodzaje komór spalania silników z zapłonem iskrowym (ZI):
a - wanienkowa, b - półkulista, c - daszkowa, d - klinowa europejska, e i f - klinowa amerykańska [12]

3.6. Kinematyka układu korbowego

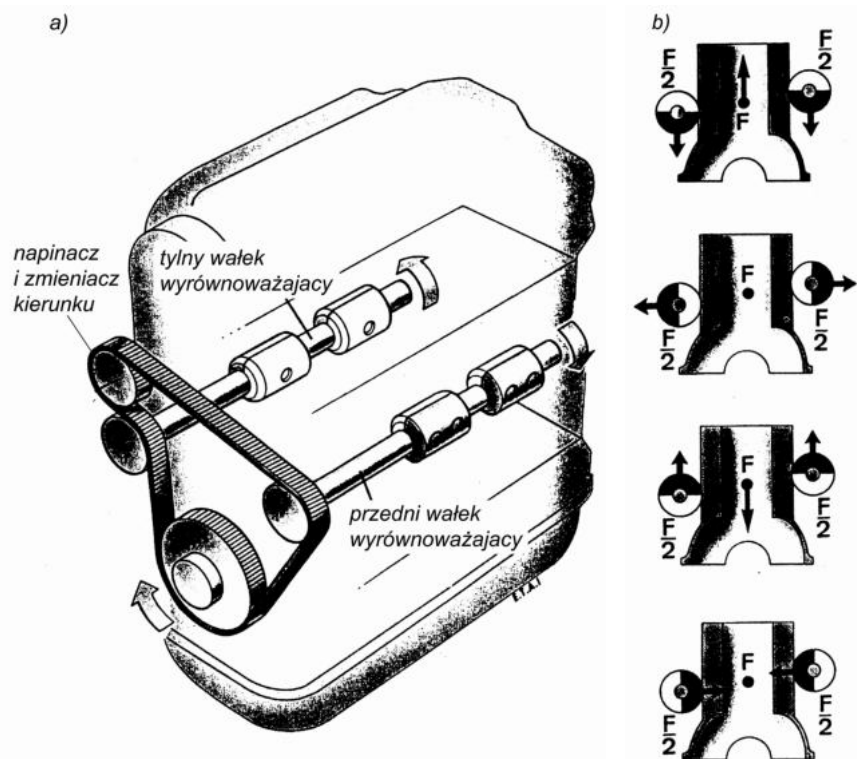


Rys. 0.19. Zależność drogi tłoka oraz jego prędkości c i przyspieszenia b od kąta obrotu wału korbowego [7]

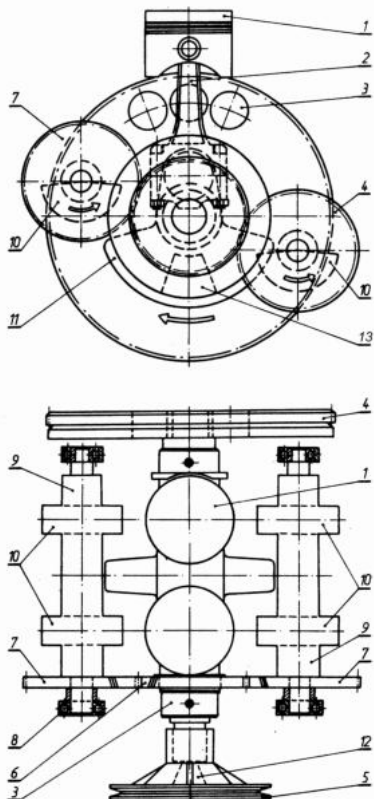
3.7. Wyrównoważanie silników



Rys. 0.20. Wyrównoważanie silnika dwucylindrowego za pomocą przeciwcieżarów [20]



Rys. 0.21. Wyrównoważanie silnika przy pomocy dwóch wałków wyrównowujących: a – napęd wałków wyrównowujących z umieszczonymi na nich masami wirującymi, b – wyrównoważanie pionowej siły bezwładności (masowej) przez dwie masy wirujące w przeciwnych kierunkach i dwukrotnie większą prędkością niż wał korbowy



Rys. 0.22. Sposób napędu wałków wyrównujących w silniku dwucylindrowym (z wałem korbowym o konstrukcji, którą przedstawia schemat na rys. 3.15)

1 – tłok, 2 – korbowód, 3 – wał korbowy, 4 – koło zamachowe, 5 – koło pasowe, 6, 7 – koła zębate, 8 – ułożyskowanie wałków, 9 – wałki wyrównujące, 10 – masy wyrównujące, 11 – przeciwcieżar wału korbowego, 12 – przeciwcieżar koła pasowego, 13 – otwory wyrównujące

Pytania i zadania kontrolne

1. Na podstawie rys. 3.4, 3.5 i 3.6 opisać działanie silników spalinowych.
2. W oparciu o rys. 3.16 wypełnij umieszczone poniżej tabelki, przyjmując silniki rzędowe, czterokusowe i czterocylindrowe oraz podaną kolejność pracy cylindrów

Uwaga: można posłużyć się oznaczeniami: *D* – dołot, *S* – sprężanie, *P* – praca i *W* – wylot.

Kąt obrotu wału	Kolejność pracy: 1-3-4-2			
	Numer cylindra			
	1	2	3	4
180°				
360°				
540°				
720°				

Kąt obrotu wału	Kolejność pracy: 1-2-4-3			
	Numer cylindra			
	1	2	3	4
180°				
360°				
540°				
720°				

3. Obliczyć pojemność skokową silnika dwucylindrowego, w którym średnica cylindra wynosi 77 mm, a skok tłoka 70 mm.
Odp. $651,6 \text{ cm}^3$.
4. Jakie zalety i wady posiada silnik Wankla przedstawiony na rys. 3.8 ?
5. Na podstawie rys. 3.10 ustalić w jakim położeniu tłoka zawory dolotowy i wylotowy są jednocześnie otwarte.
6. Opisać proces tworzenia mieszanki i jej spalania w komorach przedstawionych na rys. 3.17.
7. Na podstawie rys. 3.20, 3.21 i 3.22 opisać sposoby wyrównowywania tłokowych silników spalinowych.
8. Obliczyć główne wymiary czterocylindrowego silnika z zapłonem iskrowym o mocy $N_e = 50 \text{ kW}$, przeznaczonego do samochodu osobowego.
Uwaga: Do obliczeń można wykorzystać program na załączonej płycie CD¹⁾

NOTATKI

¹⁾ W tym przypadku dołączyć wydruk lub odpis obliczeń.

