

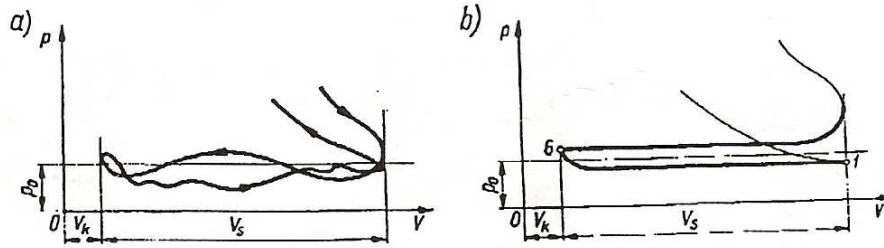
2.3. PROCES NAPEŁNIENIA CYLINDRA

2.3.1 ISTOTA PROCESU NAPEŁNIENIA.

Proces napełniania cylindra w silniku 4-suwowym trwa od chwili rozpoczęcia otwierania zaworu dolotowego , a kończy się z chwilą jego zamknięcia . Proces zaczyna się więc jeszcze pod koniec suwu wylotu trwając przez cały czas suwu dolotu i kończąc na początku suwu sprężania

2.3.2 ZMIANA CIŚNIEŃ

Zasadniczą część świeżego ładunku dostaje się do cylindra silnika w wyniku różnicy ciśnień chwilowych . Na przebieg zmienności tych ciśnień wpływają zjawiska gazodynamiczne w kanałach dolotowych i wylotowych oraz ruch tłoka w cylindrze . (Rys. 2.8.)



Rys. 2.8. Przebieg zmian ciśnienia w cylindrze 4-suwowego silnika podczas wymiany ładunku.

2.3.3. SPRAWNOŚĆ NAPEŁNIENIA

Wielkością charakteryzującą stopień napełnienia podczas suwu dolotu jest współczynnik napełnienia cylindra świeżym ładunkiem zwany także sprawnością napełnienia :

$$\eta_v = \frac{m_r}{m_s} \text{ gdzie } m_s = V_s \rho_0 ; \rho_0 = 1,169 \text{ kg/m}^3$$

m_r - masa ładunku rzeczywiście doprowadzonego do cylindrów ,
 m_s - masa teoretycznego ładunku wynikającego z pojemności skokowej

cylindra V_s i gęstości powietrza ρ_0

2.3.4. PARAMETRY POCZĄTKU NAPEŁNIENIA.

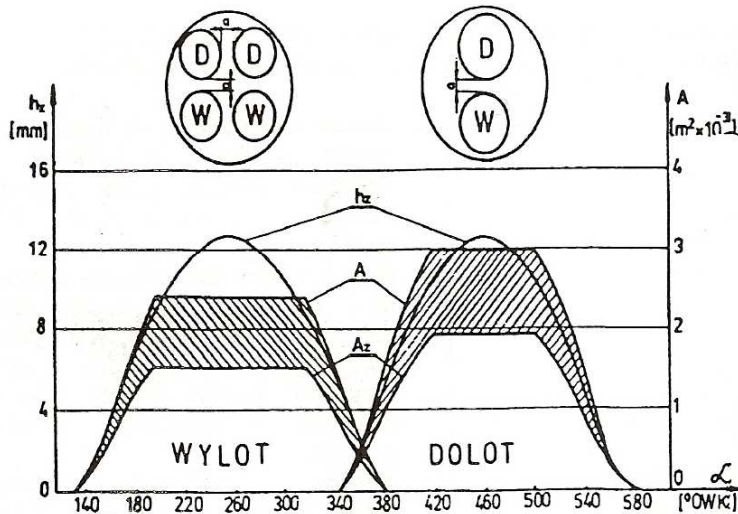
- ciśnienie w cylindrze zbliżone do atmosferycznego (kilkanaście kPa nadciśnienia $p_6 = 100 - 120$ kPa)
- temperatura $T_6 = 900 - 1200$ K dla ZI ; $T_6 = 700 - 1000$ K dla ZS

2.3.5. PARAMETRY KOŃCA NAPEŁNIENIA

- ciśnienie (podciśnienie kilkanaście kPa) $p_1 = 70 - 90$ kPa
- temperatura czynnika niska $T_1 = 350 - 400$ K dla ZI ; $T_1 = 300 - 360$ K dla ZS

2.3.6. CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA NAPEŁNIENIE CYLINDRA

- fazy rozrządu (szczególnie wartości kąta opóźnienia zamknięcia zaworu dolotowego po DMP tłoka)
- prędkość obrotowa i obciążenie ,
- konstrukcja układu dolotowego i wylotowego , od którego zależą opory przepływu świeżego ładunku i spalin (oraz przebieg zjawisk gazodynamicznych)
- współczynnik reszty spalin γ (tzn. stosunek reszty spalin do masy świeżego ładunku)
- temperatura świeżego ładunku T_1
- temperatura na początku napełnienia T_6
- ciśnienie na początku sprężania p_1
- ciśnienie spalin p_6
- gęstość czynnika ρ_0 (im większa tym napełnienie większe)



Aby zwiększyć sprawność napełnienia należy :

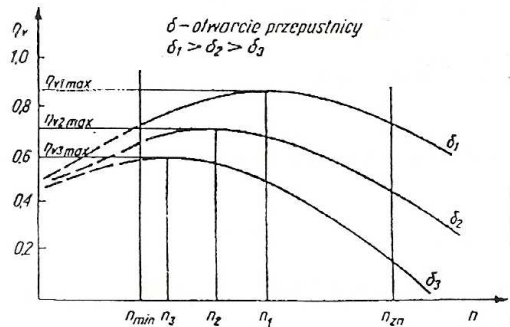
- odpowiednio skonstruować układ dolotowy i wylotowy (zmniejszając opory wylotu spalin , zmniejszamy p_6 i współczynnik spalin γ i zwiększamy zawirowanie czynnika)
- zastosowanie układu wielozaworowego , gładkich powierzchni i prostoliniowych odcinków pozwala uzyskać doładowanie rezonansowe
- zastosować chłodzenie czynnika INTERCOLLER
- zastosować zasilanie wtryskowe , doładowanie TURBO lub mechaniczne

Rys. 2.9 Zależność wzniosu zaworów i czynnych przekrojów szczelin zaworowych od chwilowego położenia wału korbowego , A - pole przepływu szczelin zaworowych układu czterozaworowego i dwuzaworowego - A_z ; D - zawór dolotowy ; W - zawór wylotowy ; a - odległość między zaworami ; h_z - wznios zaworów

- filtr powietrza o zmniejszonych oporach przepływu powietrza (wpływa na p_1)

2.3.7. KSZTAŁTOWANIE CHARAKTERYSTYK NAPEŁNIENIA

Krzywa ilustrująca przebieg zmienności sprawności napełnienia η_v w funkcji prędkości obrotowej wału



Rys. 2.10. Przebieg zmienności η_v w zależności od otwarcia przepustnicy (w funkcji obrotów silnika).

jest nazywana charakterystyką napełnienia silnika. Jej przebieg przy całkowicie uchylonej przepustnicy w gaźniku silnika ZI ma decydujący wpływ na własności trakcyjne silnika (rys. 2.10.). Charakterystyki napełnienia samochodów użytkowych uwiadcniają wyraźnie występujące maksimum dla prędkości obrotowych od $0,4-0,6n_{zn}$. Występowanie tego maksimum jest spowodowane przeciwstawnymi wpływami:

- energii kinetycznej dopływającego ładunku
- oporów przepływu.

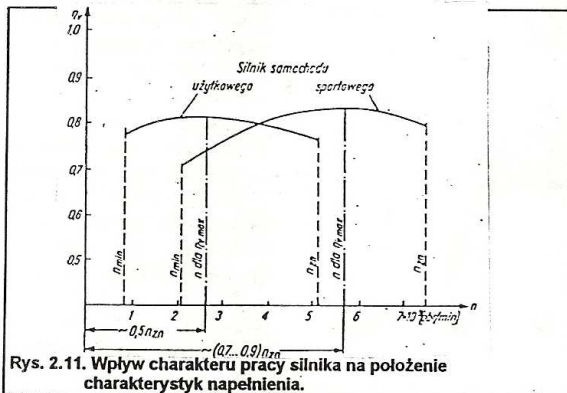
Zarówno opory jak i energia kinetyczna rosną proporcjonalnie do kwadratu prędkości obrotowej.

W zakresie małych prędkości obrotowych

występuje zjawisko wypychania w końcowym okresie otwarcia zaworu dolotowego części już doprowadzonego ładunku co wyraźnie zmniejsza sprawność napełnienia w tych warunkach pracy. W przypadku silników pojazdów sportowych (wyczynowych) gdzie decydująca jest moc silnika maksimum napełnienia przesunęło się w kierunku większych prędkości obrotowych. Takiemu przesunięciu krzywej $\eta_v = f(n)$ towarzyszy zmniejszenie się wartości η_v przy mniejszych wartościach n (Rys.2.11.).

2.3.8. WPŁYW CZYNNIKÓW KONSTRUKCYJNYCH NA SPRAWNOŚĆ NAPEŁNIENIA.

Na sprawność napełnienia silnika i przebieg krzywej $\eta_v = f(n)$ mają wpływ następujące czynniki konstrukcyjne:



Rys. 2.11. Wpływ charakteru pracy silnika na położenie charakterystyk napełnienia.

- stopień sprężania ϵ , im wyższy tym prędzej obniża się ciśnienie w cylindrze podczas suwu dolotu i zmniejsza się współczynnik reszty spalin γ ,
- rodzaj komory spalania (dla silników ZI i niektórych ZS z komorami dzielonymi wstępnymi, wirowymi i półotwartymi w tłoku duże opory przepływu gazów między obiema częściami i pogarszają wymianę ładunku
- system chłodzenia silnika (intensywność wymiany ciepła między czynnikiem roboczym i ścianami komory spalania oraz

cylindrów i oddziaływanie bezwładności cieplnej silnika wpływa pośrednio na sprawność napełnienia, czas nagrzewania ładunku zmniejsz się ze zwiększeniem prędkości obrotowej skraca się czas wymiany ciepła

- pojemność skokowa cylindra (im większa tym większa powierzchnia nagrzewana),
- stosunek skoku tłoka do średnicy cylindra S/D (zmniejszając stosunek S/D poprawiamy sprawność η_v przy większych prędkościach obrotowych i przesuwamy w kierunku wyższych

2.3.9 WARUNKI DOBREGO NAPEŁNIENIA

Należy pamiętać, że największe zmiany sprawności napełnienia występują przy nagłych zmianach otwarcia przepustnicy (prędkości obrotowej ZS). W procesie przejściowym chwilowe zmniejszenie napełnienia przy czasach otwierania przepustnicy poniżej jednej sekundy może osiągnąć nawet 20%

wartości w stanie porównywalnym. Tak więc należy starać się utrzymywać średnie (najkorzystniejsze) obroty silnika, przy których występują najkorzystniejsze dynamiczne zjawiska falowe, przy których występuje doładowanie samoczynne.