

6.2. Wpływ układu rozrządu na wymianę ładunku w silniku czterosuwowym

W szybkoobrotowym silniku czterosuwowym czas trwania wymiany ładunku w cylindrze (wylot spalin i napełnianie cylindra świeżym ładunkiem) trwa bardzo krótko, w granicach kilku setnych sekundy. Bardzo ważne jest więc dokładne dopracowanie sposobu działania układu rozrządu, aby uzyskać zadowalające opróżnienie cylindra ze spalin i napełnienie go świeżym ładunkiem.

Bez względu na rozwiązanie konstrukcyjne układu rozrządu, otwierający się zawór musi zapewnić przepływającemu świeżemu ładunkowi lub spalinom dostateczne pole przepływu. Pole przepływu oblicza się z równania ciągłości strugi. Stanowi ono pewne przybliżenie, nie uwzględnia bowiem ani zmiennego w czasie przekroju odślanianego przez zawór, ani zmiennej prędkości tłoka – a jedynie wartości średnie. Na podstawie równania ciągłości strugi można napisać

$$A_{tt}c_{\dot{s}r} = A_g v_{\dot{s}r} \quad (6.1)$$

gdzie:

A_{tt} – pole powierzchni tłoka w m^2 ,

$c_{\dot{s}r}$ – średnia prędkość tłoka w m/s ,

A_g – pole przepływu w gnieździe zaworu w m^2 ,

$v_{\dot{s}r}$ – średnia prędkość przepływu gazów przez gniazdo zaworu w m/s .

Dopuszczalna średnia prędkość przepływu świeżego ładunku przez gniazdo nie powinna być mniejsza niż $40 m/s$, ze względu na konieczność wprowadzenia czynnika do cylindra z prędkością zapewniającą niewielkie zawirowanie i nie większa niż $70 m/s$, ze względu na szybko zwiększające się opory przepływu. Dla zaworu wylotowego dolna wartość prędkości przepływu jest ograniczona ze względu na miejsce oraz konieczność stosowania zaworów o zbyt dużych średnicach i wynosi $60 m/s$, a górna wartość nie powinna przekraczać $100 m/s$, ze względu na opory przepływu.

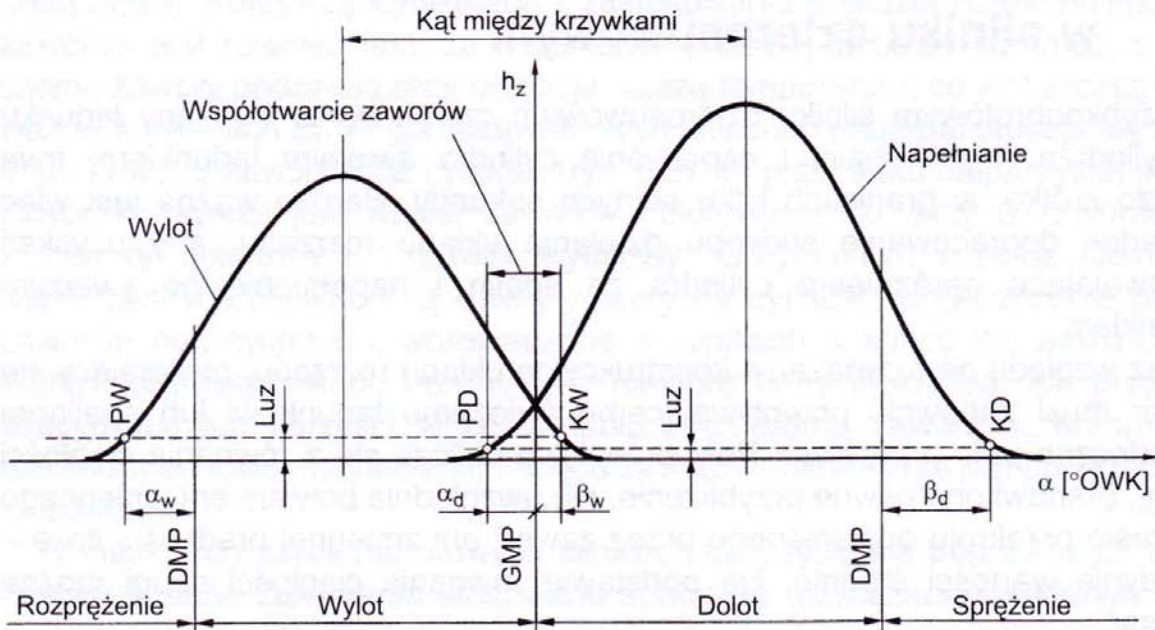
Przyjmując wartości A_{tt} i $c_{\dot{s}r}$, dla danego silnika wyznacza się pole przepływu w gnieździe zaworu

$$A_g = \frac{A_{tt}c_{\dot{s}r}}{v_{\dot{s}r}}$$

Na podstawie wartości A_g wyznacza się **średnicę d_g gniazda zaworu**, korzystając z zależności

$$A_g = \frac{\pi}{4} (d_g^2 - d_t^2)$$

gdzie d_t – średnica trzonka zaworu.



Rys. 6.5. Rozwinięty wykres faz rozrządu silnika czterosuwowego

PD – początek otwarcia zaworu dolotowego, KD – koniec otwarcia zaworu dolotowego, PW – początek otwarcia zaworu wylotowego, KW – koniec zamknięcia zaworu wylotowego, α_w – kąt wyprzedzenia otwarcia zaworu wylotowego, β_w – kąt opóźnienia zamknięcia zaworu wylotowego, α_d – kąt wyprzedzenia otwarcia zaworu dolotowego, β_d – kąt opóźnienia zamknięcia zaworu dolotowego, h_z – wznios zaworu, α – kąt obrotu wału korbowego

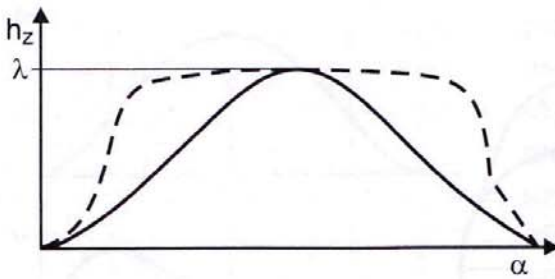
Ostatecznie

$$d_g = \sqrt{\frac{4A_g}{\pi} + d_t^2} \quad (6.2)$$

Znając średnicę gniazda zaworu, określa się **skok zaworu** h_z , przyjmując

$$h_z = (0,20 \dots 0,25) d_g$$

Pole przepływu czynnika jest zmienne i zależy od chwilowej wartości skoku zaworu. O sposobie otwierania i zamykania zaworu decyduje krzywka wałka rozrządu. Ilustracją pracy zaworów są wykresy wzniosu zaworów dolotowego i wylotowego w zależności od kąta obrotu wału korbowego, tzw. rozwinięty wykres faz rozrządu (rys. 6.5). Pola pod liniami wzniosu zaworów wyznaczają czasoprzekroje otwarcia zaworów. Większy czasoprzebieg otwarcia zaworu oznacza większe średnie pole przepływu czynnika przez gniazdo zaworu. Wynika z tego, że skuteczność wymiany ładunku zależy również od kształtu przebiegów wzniosu zaworów w zależności od kąta obrotu wału korbowego. Z tego punktu widzenia korzystny jest taki kształt, w którym wznios i osiadanie zaworu są realizowane na małym kącie. Mówi się wówczas o dużej wartości wskaźnika wypełnienia wykresu. Prowadzi to oczywiście do zwiększenia



Rys. 6.6. Porównanie rzeczywistego, możliwego do zrealizowania (linia ciągła) i pożądanego (linia kreskowa) przebiegu wzniosu zaworu h_z w zależności od kąta obrotu krzywki φ

przyspieszeń i chwilowych prędkości elementów w mechanizmie napędu zaworów, a co za tym idzie – do zwiększenia obciążeń mechanicznych. Konstruktorzy układów rozrządu muszą zatem szukać kompromisu między pożądanym a możliwym ze względu na podane ograniczenia kształtem krzywej wzniosu zaworów (rys. 6.6).

6.3. Krzywki wałka rozrządu

Wyznaczenie zarysu krzywki nie jest łatwe, gdyż muszą być spełnione następujące wymagania:

- zapewnienie możliwie dużego czasoprzekroju otwarcia zaworu,
- nadanie jak najmniejszych przyspieszeń dodatnich i ujemnych masom części mechanizmu rozrządu w celu zmniejszenia ich obciążeń,
- zachowanie ciągłości przyspieszeń i łagodnego przechodzenia z wartości dodatnich na ujemne,
- zapewnienie małych prędkości zamykania się zaworów, aby uniknąć uderzania zaworów o gniazdo,

Rodzaje krzywek. Ze względu na sposób projektowania zarysu krzywki rozróżnia się:

- krzywki geometryczne, do których zalicza się krzywki harmoniczne i krzywki styczne,
- krzywki syntetyczne.

Istotna różnica między podanymi dwoma rodzajami krzywek polega na tym, że w krzywkach geometrycznych projektuje się zarys krzywki złożony z regularnych linii geometrycznych, a wznios, prędkość i przyspieszenie popychacza lub zaworu są wynikiem przyjętego zarysu. W krzywkach syntetycznych natomiast zakłada się z góry przebieg przyspieszeń (w postaci określonego rodzaju krzywych), a następnie oblicza się prędkość i wznios popychacza lub zaworu. W ten sposób wynikiem obliczenia jest zarys krzywki, a nie jej parametry kinematyczne.

Na rysunku 6.7 przedstawiono dwa podstawowe zarysy krzywek geometrycznych. **Krzywka harmoniczna** składa się z łuku wierzchołkowego oraz dwóch wypukłych łuków bocznych. Krzywka tego typu najczęściej współpracuje z popychaczem płaskim. Na rysunku 6.8 zamieszczono wykresy kinematyczne, ilustrujące przebieg otwierania i zamykania zaworu przy współpracy krzywki harmonicznej z popychaczem płaskim.