

TEMAT: TEORIA SPALANIA

Spalanie – reakcja chemiczna przebiegająca między materiałem palnym lub paliwem a utleniaczem, z wydzielaniem ciepła i światła.

Jeżeli w procesie spalania wszystkie składniki palne ulegną spaleniowi mówimy o spalaniu całkowitym. Aby nastąpiło całkowite spalanie mieszaniny paliwowo- powietrznej musi posiadać optymalną ilość powietrza – wyznaczoną z równań chemicznych.

Dla silników ZI zasilanych benzynami do spalenia 1 kg paliwa potrzebne jest 14,8 kg powietrza.

Do określenia proporcji składników mieszaniny paliwowo powietrznej wykorzystuje się **współczynnik nadmiaru powietrza λ** :

$$\lambda = \frac{L}{L_t}$$

gdzie jest to stosunek rzeczywistej ilości powietrza zawartego w mieszance **L** do teoretycznej ilości powietrza niezbędnej do całkowitego spalenia paliwa w mieszance **L_t**.

stąd:

- jeżeli w mieszance jest za dużo paliwa lub za mało powietrza wówczas **$\lambda < 1$** (*mieszanka bogata*)
- jeżeli w mieszance jest za mało paliwa lub za dużo powietrza wówczas **$\lambda > 1$** (*mieszanka uboga*)
- jeżeli w mieszance jest odpowiednia ilość powietrza wówczas **$\lambda = 1$** (*mieszanka idealna*)

Mieszanka idealna określana jest mianem **mieszanki stechiometrycznej**.

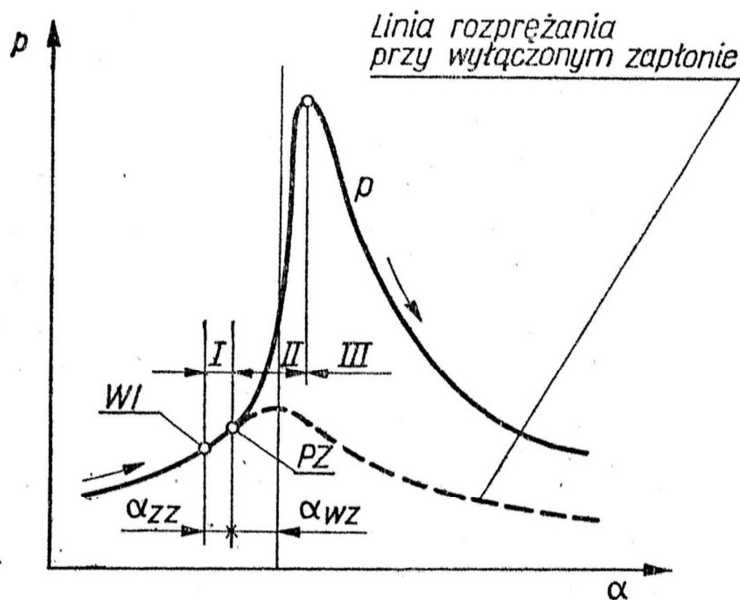
TEMAT: PROCES SPALANIA W SILNIKACH ZI

Aby możliwe było spalanie w silniku ZI musi zostać prawidłowo rozpylone i odparowane paliwo w powietrzu. Mieszanka może być wytwarzana w kolektorze ssącym (silniki gaźnikowe i z wtryskiem pośrednim) lub wewnątrz cylindra (silniki z wtryskiem bezpośrednim).

Przy prawidłowej pracy silnika zapłon mieszaniny paliwowo-powietrznej następuje od iskry pomiędzy elektrodami świecy zapłonowej.

Cały proces spalania dzieli się na trzy etapy:

- **Etap wstępny (inicjacji) I** – trwa od chwili pojawienia się iskry do chwili gdy wskutek rozprzestrzeniania się płomienia zaczyna gwałtownie wzrastać ciśnienie w cylindrze.
- **Etap właściwego spalania II** – ma miejsce gdy płomień osiąga całą przestrzeń komory spalania. Trwa od chwili gdy zauważalny jest nagły wzrost ciśnienia do chwili osiągnięcia maksymalnego ciśnienia w cylindrze.
- **Etap dopalania III** – jest etapem gdy ciśnienie zaczyna spadać (m.in. wskutek ruchu tłoka w kierunku DMP oraz dopalania resztek cząstek paliwa).



Chwila w której następuje przeskok iskry jest istotna dla prawidłowego przebiegu spalania oraz osiągnięcia silnika.

Ponieważ od chwili zapłonu do początku gwałtownego wzrostu ciśnienia musi upłynąć pewien czas a pożądanym jest aby maksymalne ciśnienie w cylindrze było zaraz po osiągnięciu GMP przez tłok zapłon musi nastąpić na krótko przed osiągnięciem przez tłok GMP.

Chwilę zapłonu charakteryzuje się ilością stopni OWK i nazywa się **kątem wyprzedzenia zapłonu**.

Spalanie stukowe (*detonacyjne*) - zjawisko nieprawidłowego, nierównomiernego, wybuchowego spalania paliw w silnikach tłokowych o zapłonie iskrowym.

Podczas spalania stukowego w momencie zapłonu iskra zapala mieszankę w okolicy świecy, co powoduje jednocześnie sprężenie pozostałego ładunku w komorze spalania. Wzrost ciśnienia oraz podwyższona temperatura wywołuje samozapłon i gwałtowne spalanie się mieszanki w przeciwległym końcu komory. Spalanie stukowe znacznie obciąża cieplnie oraz mechanicznie tłok, korbówód i inne elementy silnika a objawia się charakterystycznym stukiem.

Pośród przyczyn spalania stukowego wyróżnić można m.in.:

- zbyt wysoki stopień sprężania,
- zły kąt wyprzedzenia zapłonu,
- za mała liczba oktanowa paliwa,
- przegrzanie silnika,
- kształt komory spalania

Zapłon żarowy – niekorzystne zjawisko w którym zapłon mieszanki w cylindrze następuje od innego źródła ciepła niż iskra elektryczna (np. nadmiernie rozgrzane elementy silnika, rozżarzony nagar itp.). Wskutek powstania dwóch lub więcej płomieni silnik pracuje z objawami zbliżonymi

do spalania stukowego, a jeżeli następuje przed przeskokiem iskry dodatkowo może skutkować spadkiem mocy silnika.

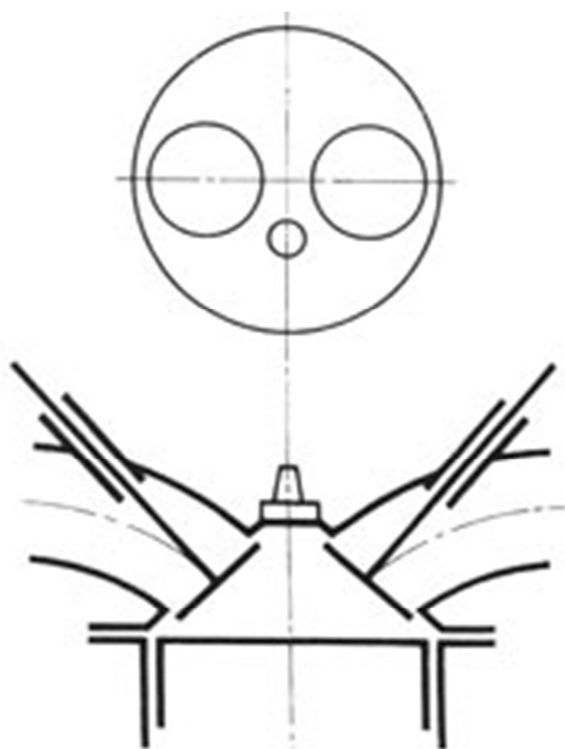
CZYNNIKI KONSTRUKCYJNE WPŁYWAJĄCE NA PRZEBIEG SPALANIA W SILNIKACH ZI

- stopień sprężania
- kształt komory spalania
- wymiary i liczba cylindrów
- usytuowanie świecy zapłonowej
- materiał tłoka i głowicy
- doładowanie silnika
- recyrkulacja spalin

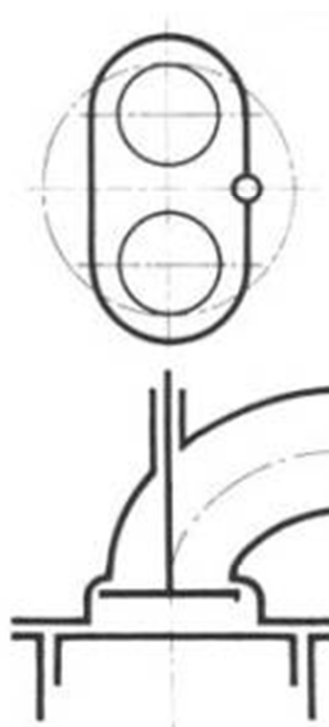
CZYNNIKI EKSPLOATACYJNE WPŁYWAJĄCE NA PRZEBIEG SPALANIA W SILNIKACH ZI

- skład i rodzaj mieszanki palnej
- kąt wyprzedzenia zapłonu
- prędkość obrotowa
- obciążenie silnika
- intensywność chłodzenia
- stan techniczny silnika

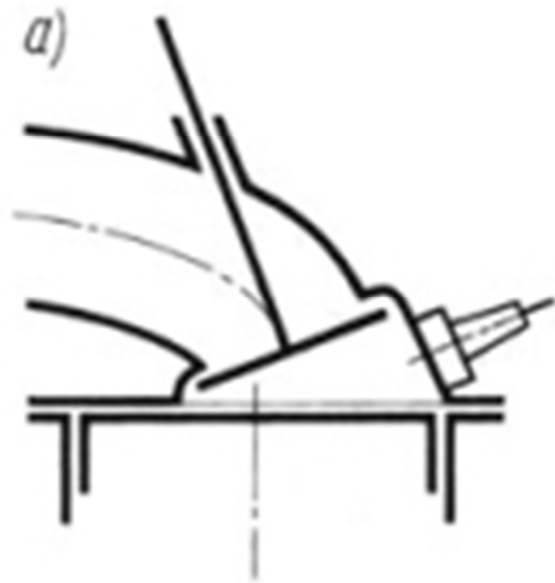
KOMORY SPALANIA SILNIKÓW O ZAPŁONIE ISKROWYM



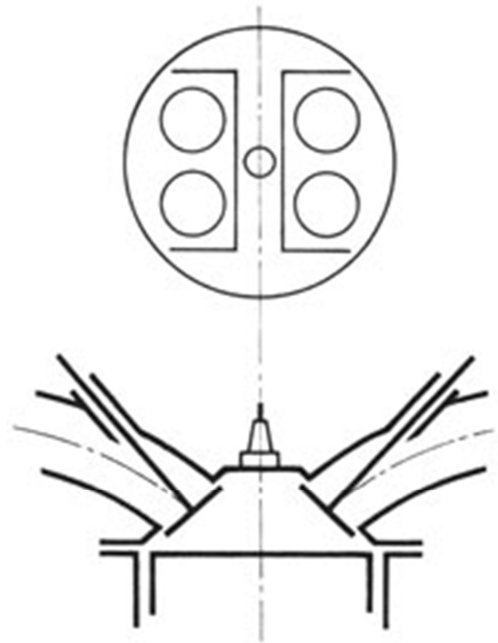
KOMORA PÓLKOLISTA



KOMORA WANIEBKOWA



KOMORA KLINOWA



KOMORA KLINOWA

CZYNNIKI KONSTRUKCYJNE WPŁYWAJĄCE NA PRZEBIEG SPALANIA W SILNIKACH ZS

- stopień sprężania
- konstrukcja komory spalania
- materiał tłoka i głowicy
- doładowanie silnika
- parametry wtrysku paliwa

CZYNNIKI EKSPLOATACYJNE WPŁYWAJĄCE NA PRZEBIEG SPALANIA W SILNIKACH ZS

- kąt wyprzedzenia początku wtrysku
- prędkość obrotowa silnika
- obciążenie silnika
- skład mieszanki palnej
- stan techniczny silnika

KOMORY SPALANIA SILNIKÓW O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM

- KOMORY SPALANIA NIEDZIELONE (otwarte i półotwarte) – stosowane w silnikach z wtryskiem bezpośrednim
- KOMORY SPALANIA DZIELONE (komory wstępne, wirowe i zasobnikowe) – stosowane w silnikach z wtryskiem pośrednim

SPALINY SILNIKA

Zakładając idealne warunki spalania węglowodory składające się na paliwo (C i H) podczas spalania, czyli utleniania (O) powodują powstanie wyłącznie dwutlenku węgla (CO_2) oraz pary wodnej (H_2O). W rzeczywistości wynikiem spalania są jeszcze inne składniki oprócz dwutlenku węgla i wody (wynikające m.in. z tego że w składzie powietrza oprócz tlenu zawarte są jeszcze inne pierwiastki chemiczne).

Składniki spalin dzieli się na:

toksyczne:

- tlenek węgla (CO)
- węglowodory (HC)
- tlenki azotu (NO_x)
- sadza (C)
- tlenki siarki (SO_x)
- związki ołowiu (Pb)

nietoksyczne

- dwutlenek węgla (CO_2)
- para wodna (H_2O)
- azot (N_2)
- tlen (O_2)