

INVESTIGATION OF AN ENGINE WITH STRATIFICATION OF GASOLINE BLEND

Feliks Rawski

Politechnika Warszawska

Instytut Pojazdów

02-534 Warszawa, ul. Narbutta 84,

e-mail: IPPW@simr.pw.edu.pl

Abstract

Results of engine investigation with stratification of gasoline blended in the cylinder are presented in the article.

REDUKCJA EMISJI CO₂ Z SILNIKA ZI PRACUJĄCEGO Z UWARSTWIENIEM ŁADUNKU ZE ZMIENNĄ WARTOŚCIĄ WSPÓLCZYNNIKA λ

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki z badań własnych silnika z uwarstwieniem ładunku cylindra, w zakresie wskaźników mechanicznych oraz w zakresie stężeń CO, HC, CO₂ i NO_x.

Klasyczne silniki o zapłonie iskrowym (ZI), wyposażone w trzyfunkcyjny reaktor katalityczny, wydają się być nierozwojowe po wprowadzeniu w Unii Europejskiej (w 2008r) ograniczenia emisji CO₂ (max. 120 g/km), a zużycia paliwa do wartości 5 dm³/100 km. Silniki te w całym zakresie pracy emitują 14,7 % CO₂ w spalinach, ponieważ pracują przy współczynniku nadmiaru powietrza $\lambda=1$. Zakładając $\lambda=1$ zmusza się silnik do pracy w nieekonomicznym zakresie. Wynika to z analizy zależności opisującej sprawność obiegu termodynamicznego silnika.

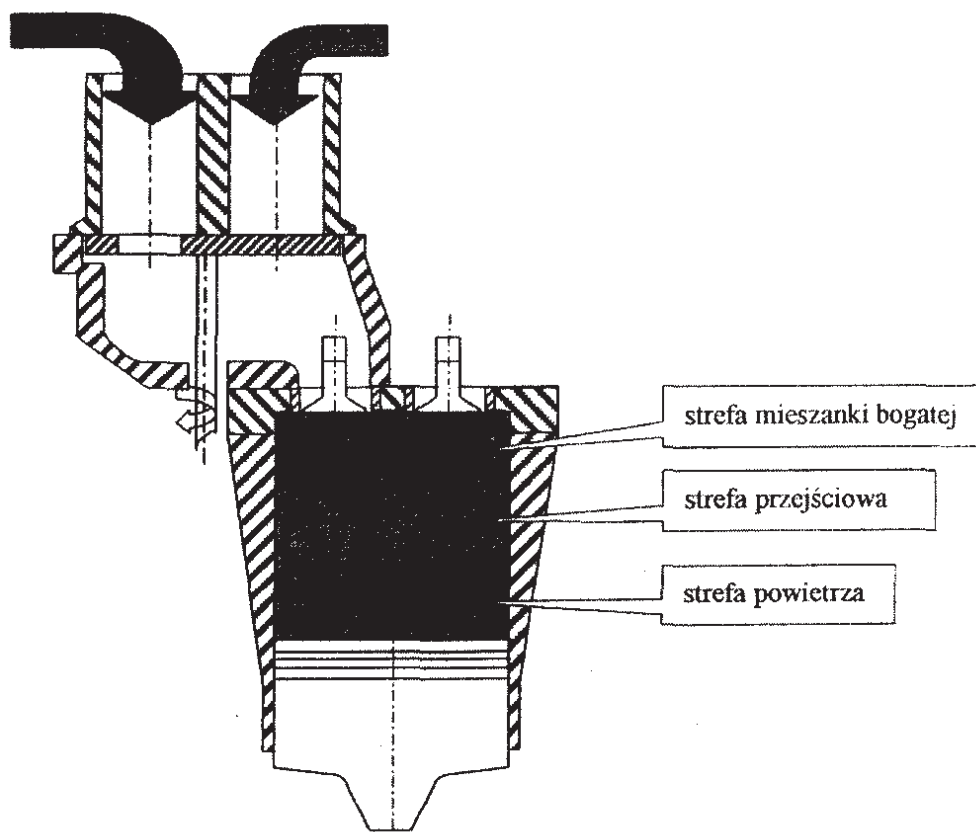
Formalnie sprawność obiegu rośnie ze zwiększaniem wartości λ . W odniesieniu do „realnego” silnika ZI, najbardziej ekonomiczną wydaje się być wartość $\lambda=1,3\div 1,6$. Ten zakres wartości λ przedstawił Instytut Ricardo, ale przy założeniu, że dozowanie powietrza lub mieszanki palnej do cylindrów nie będzie regulowane za pomocą przepustnicy. Zatem najkorzystniej byłoby, aby silnik przy małych obciążeniach¹⁾ pracował przy stosunkowo dużej wartości λ (np. 1,6). Nie jest to jednak możliwe w silniku pracującym na homogenicznej mieszance. Niemniej byłoby to interesujące ze względu na obniżenie maksymalnej temperatury w komorze spalania i związane z tym między innymi zmniejszenie powstawania tlenków azotu.

W zakresie wartości $\lambda=1,3\div 1,6$ silnik ZI może pracować poprawnie, ale na mieszance niejednorodnej, z uwarstwieniem ładunku w cylindrze. Ładunek taki spala się poprawnie, gdy w chwili zapłonu przy świecy znajduje się „porcja” bogatej mieszanki o wartości $\lambda=0,8\div 0,9$. Mieszanka taka charakteryzuje się łatwością zapłonu oraz stosunkowo dużą prędkością spalania i łatwą propagacją płomienia w kierunku mieszanki ubogiej.

¹⁾ Silnik samochodu osobowego ponad 80% przebiegu pracuje przy częściowych obciążeniach.

Informacja Instytutu Ricardo, że dla „realnych” silników efektywna wartość współczynnika nadmiaru powietrza powinna wynosić $\lambda=1,3\div 1,6$ została w przybliżeniu potwierdzona przez autora podczas własnych badań, na prototypowym silniku w Instytucie Pojazdów Politechniki Warszawskiej.

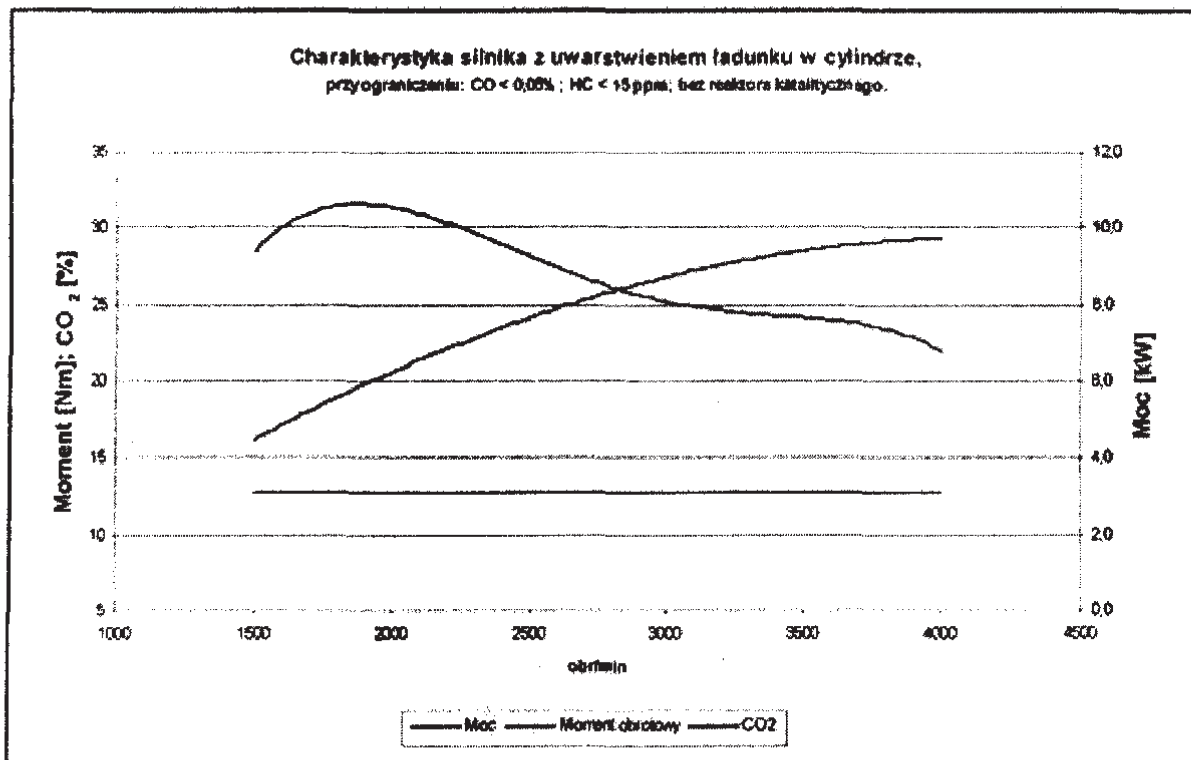
Na rys. 1 przedstawiono szkic poglądowy prototypowego silnika pracującego z uwarstwieniem ładunku opracowanego przez autora.



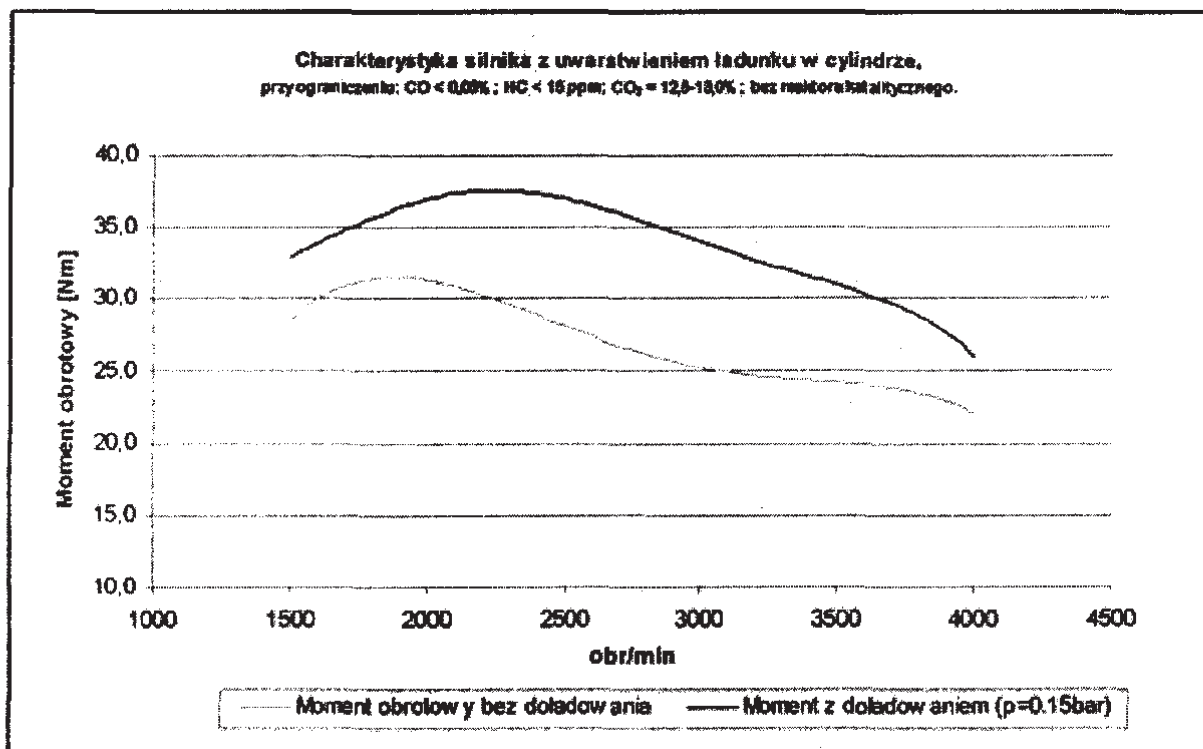
Rys. 1. Szkic poglądowy silnika oraz „modelowe” uwarstwienie ładunku w cylindrze
 Fig. 1. Pictorial draft of an engine and 'ideal' charge layers in cylinder

W pierwszej fazie ładowania (przy niepełnym obciążeniu) cylinder napełniany jest powietrzem, które pozostaje przy dnie tłoka. W drugiej fazie cylinder napełniany jest bogatą mieszaniną palną o wartości $\lambda=0,8\div 0,9$. Grubość tej warstwy jest zależna od obciążenia silnika. Przy dużym obciążeniu silnik może pracować konwencjonalnie. Pomiedzy warstwą z mieszaniną bogatą a powietrzem powstaje warstwa przejściowa z mieszaniną ubogą. Po zapaleniu od iskry spala się najpierw stosunkowo szybko około 80% paliwa, a następnie w warstwie przejściowej dopala się jego reszta.

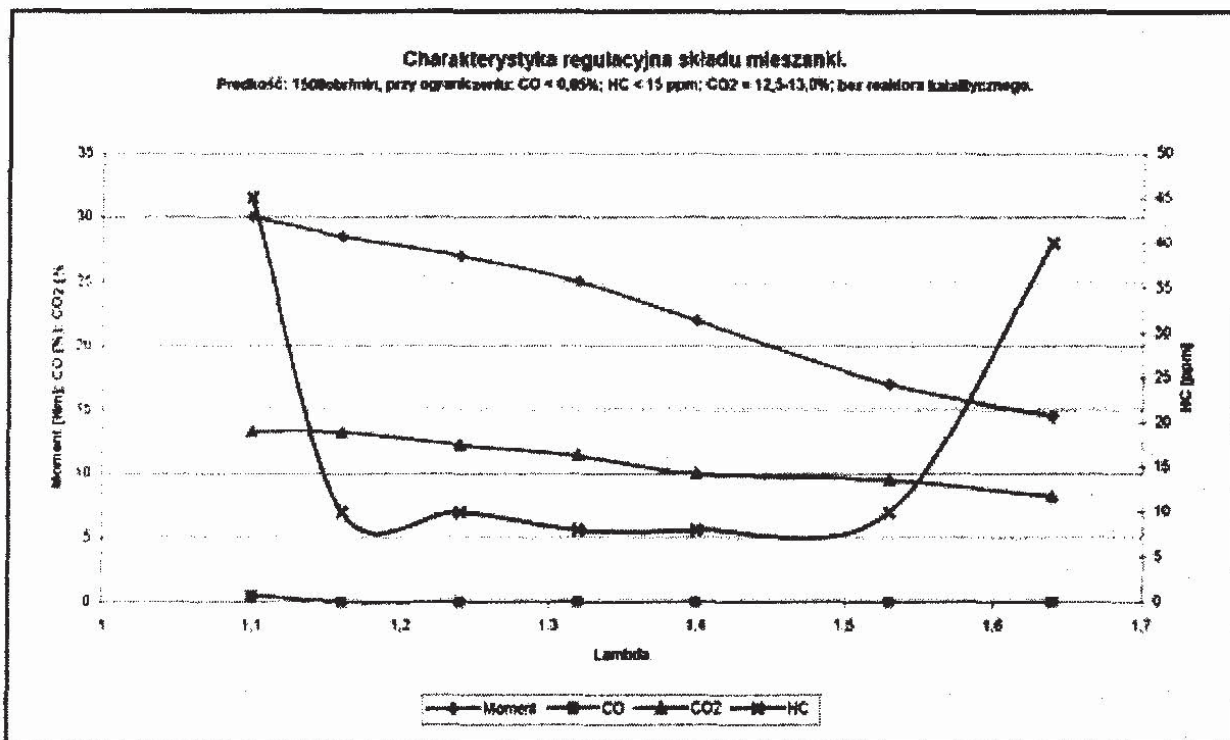
Zasilanie w przybliżeniu jakościowe spowodowało, że przebiegi charakterystyk prototypowego silnika są zbliżone do silników o zapłonie samoczynnym, w szczególności przy małych i średnich obciążeniach i prędkościach obrotowych. Na rys. 2 przedstawiono przykładowe przebiegi charakterystyk mocy, momentu i stężenia CO_2 , przy założeniu, że $\text{CO} < 0,05\%$, $\text{HC} < 15$ ppm, $\text{CO}_2 < 13\%$, przy $n=1500$ obr/min. Natomiast na rys. 3 przedstawiono przykładowe przebiegi momentu obrotowego bez doładowania i z doładowaniem o max. wartości 0,15 bar, przy ograniczeniach jak w opisie rys. 2. Przyrost wartości momentu jest znaczący, przy ok. 3000 obr/min wynosi ok. 30% i łagodnie opada.



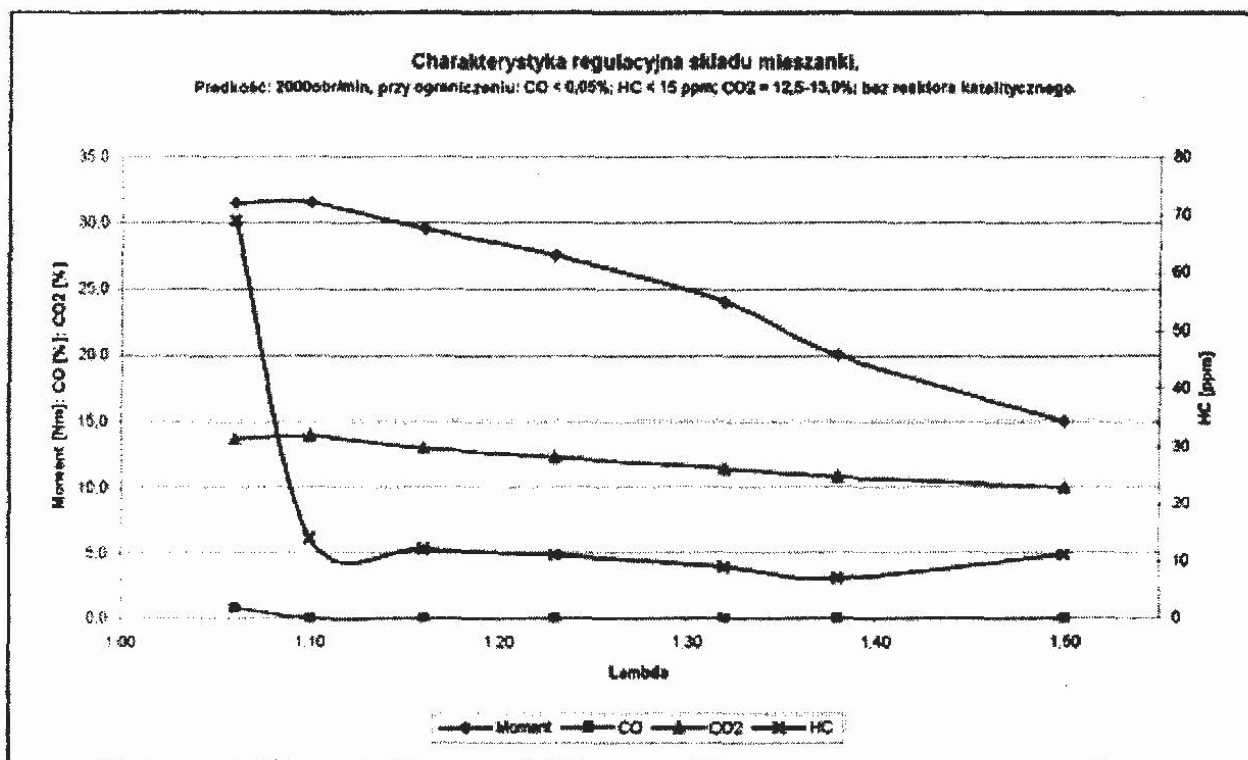
Rys. 2. Przykładowe przebiegi charakterystyk mocy, momentu oraz stężenia CO₂



Rys. 3. Przebiegi momentu obrotowego silnika z doładowaniem i bez



Rys. 4. Charakterystyka regulacyjna: M oraz CO, HC i CO₂ przy prędkości 1500obr./min
 Fig. 4. Regulatory characteristic of: M and CO, HC and CO₂ at the speed of 1500 r.p.m



Rys. 5. Charakterystyka regulacyjna: M oraz CO, HC i CO₂ przy prędkości 2000obr./min.
 Fig. 5. Regulatory characteristic of: M and CO, HC and CO₂ at the speed of 2000 r.p.m.

Przedstawione na rys. 4 charakterystyki są wyznaczone dla wartości $\lambda=1,18\div 1,5$ przy założeniu, że max. stężenie CO < 0,05%, HC < 15 ppm, CO₂ < 13%. Stosunkowo łagodny spadek wartości momentu obrotowego może wynikać z przyrostu sprawności obiegu ze wzrostem wartości λ .

Na rys. 5 przedstawiono charakterystyki dla prędkości obrotowej 2000 obr/min, przy ograniczeniu jak w opisie rys. 4. Przebiegi charakterystyk CO, CO₂ i M są zbliżone do przedstawionych na rys. 4. Charakterystyka HC spełnia warunek 0,05% już od $\lambda=1,1$.

Charakterystyka techniczna silnika doświadczalnego

- silnik ZI, dwucylindrowy, o pojemności skokowej 652 cm³, system uwarstwiający wkomponowany w strukturę tego silnika
- moc maksymalna silnika nowego 17 kW
- stopień sprężania $\varepsilon=7,2$
- zasilanie wtryskowe, wtrysk centralny
- zapłon bateryjny
- średni skład mieszaniny palnej $\lambda=1,2\div 1,5$
- maksymalny moment obrotowy występuje w zakresie $\lambda=1,1\div 1,4$. Dla małych prędkości obrotowych i obciążeń przy $\lambda=1,3\div 1,4$.

Aktualnie silnik jest po przebiegu około 300 godzin pracy w warunkach pracy hamowni silnikowej.

Literatura

- [1] Jarosiński J.: Techniki czystego spalania. WNT, 1996
- [2] Rawski F.: Prace własne