

Grzegorz Szyjka*

WPŁYW AKTYWATORÓW MAGNETYCZNYCH NA WYBRANE PARAMETRY PRACY SILNIKA Z ZAPŁONEM SAMOCZYNNYM

Streszczenie. Uzyskane w pracy wyniki pozwalają stwierdzić, że zastosowanie aktywatorów magnetycznych ma wpływ na poprawę parametrów pracy badanego silnika z zapłonem samoczynnym.

Słowa kluczowe: silnik spalinowy, aktywatory magnetyczne, energia aktywacji, parametry silnika

WSTĘP

Szerokie zastosowanie tłokowych silników spalinowych o zapłonie samoczynnym stawia przed ich konstruktorami i użytkownikami coraz to większe wymagania w odniesieniu do procesu spalania paliwa. Wzrastające obciążenia, doładowanie oraz większe wymagania stawiane niezawodności i trwałości silnika zmuszają konstruktorów i badaczy do wnikliwej analizy przebiegu dostarczania paliwa i wywiązywania ciepła.

Według teorii cieplnej do rozpoczęcia procesu spalania (reakcji chemicznej) konieczne jest, aby szybkość wydzielania ciepła w procesach przedpłomiennych przewyższała szybkość jego odprowadzania do otoczenia. Przy ustalonej szybkości odprowadzania zagadnienie sprowadza się do odpowiedniej szybkości przebiegu reakcji chemicznej z wydzielaniem ciepła.

Według teorii Arrheniusa szybkość reakcji przedpłomiennych zależy od:

- temperatury,
- stężenia reagentów,
- energii potrzebnej do zainicjowania procesu (energii aktywacji).

Według teorii łańcuchowej zapłon powstaje w wyniku reakcji łańcuchowych, w których dopiero jako zjawisko wtórne wydziela się ciepło [Bielaczyc i in. 2001].

Obecnie otrzymanie najlepszych pod względem technicznym wskaźników efektywności cieplnej pracy silników związane jest przede wszystkim z właściwą organizacją procesu roboczego w komorze spalania. Składa się na to: konstrukcja elementów komo-

* Mgr inż. Grzegorz Szyjka, Katedra Eksploatacji Pojazdów Samochodowych Politechniki Szczecińskiej

ry spalania oraz parametry strugi wtryskiwanego świeżego ładunku paliwa. Osiągnięcie przez silniki średniego ciśnienia efektywnego doprowadziło do powstania wyższych ciśnień i temperatur w cylindrze, a na skutek tego – do zwiększenia emisji związków toksycznych do otoczenia.

Do wskaźników i parametrów pracy, które obecnie decydują o jakości i przydatności silnika, trzeba – poza p_e i $\eta_o (g_e)$ – zaliczyć: średnią i chwilową prędkość narastania ciśnienia, największe ciśnienie spalania, największą temperaturę spalania oraz temperaturę spalin, hałaśliwość pracy silnika, zadymienie oraz zawartość toksycznych składników w spalinach [Wajand 1988].

Jednym ze sposobów na poprawę wskaźników operacyjnych silników spalinowych (zmniejszenie zużycia paliwa, ograniczenie emisji CO i innych związków toksycznych oraz zwiększenie mocy i momentu obrotowego silnika) możliwe jest przy wtryskiwaniu do komory spalania wstępnie przygotowanego paliwa. Istnieje kilka metod wstępnej obróbki paliwa, m.in. magnetyczna.

Teoria dotycząca wpływu pola magnetycznego na paliwa węglowodorowe sugeruje, że przyłożone pole zwiększa powierzchnię cząsteczek węglowodorowych i pomaga w dokładniejszym wymieszaniu cząsteczek powietrza, ułatwiając pełniejsze spalanie w silniku. Spalanie to przekłada się na większą ilość energii, niższą emisję substancji toksycznych oraz wyższą sprawność uzyskaną ze spalonego paliwa.

Producenci magnetyzerów deklarują obniżenie zużycia paliwa o 10-20% przy dotychczasowym stylu jazdy, znaczącą poprawę dynamiki pojazdu oraz zmniejszenie emisji substancji toksycznych, szczególnie węglowodorów C_nH_m i tlenku węgla CO.

W Katedrze Eksploatacji Pojazdów Samochodowych Politechniki Szczecińskiej wykonano badania dotyczące skuteczności działania zestawu aktywatorów magnetycznych na wybrane parametry pracy silnika 359.

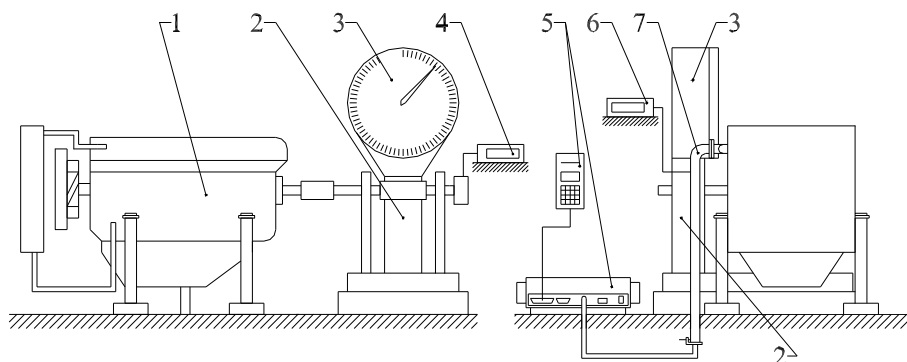
STANOWISKO BADAWCZE

Badania silnika przeprowadzono na stanowisku badawczym (rys. 1), a jego obiektem był silnik typu 359 [Janiszewski i in. 1997, Łukowski 1978]. Obciążono go hamulcem wodnym HWZ 3, połączonym za pomocą wału przegubowego.

Hamulec był sterowany za pomocą pulpitu sterującego, co pozwala w pełni obciążyć silnik i dokładnie zmierzyć warunki jego pracy. Odczyt siły obciążającej umożliwia dynamometr zegarowy.

Zadymienie spalin uzyskano na podstawie pomiaru współczynnika absorpcji promieniowania podczerwonego dymomierzem MDO 2 firmy MAHA (5).

Do pomiaru temperatury spalin wykorzystano termoparę Fe-Co podłączoną do układu wydechowego. Wielkość zużycia paliwa ustalono za pomocą wagowej miernicy elektronicznej.



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego: 1 – silnik 359, 2 – hamulec hydrauliczny HWZ-3, 3 – dynamometr, 4 – obrotomierz, 5 – dymomierz MDO 2, 6 – miernik temperatury spalin, 7 – układ wydechowy

Fig. 1. Scheme of the working stand: 1 – engine 359, 2 – hydraulic brake HWZ3, 3 – dynamometer, 4 – tachometer, 5 – smokemeter MDO2, 6 – thermometer of emission, 7 – outled manifold

OPIS METODY POMIAROWEJ

Silnik 359 zasilano podczas badań olejem napędowy (ON). Krótką charakterystykę stosowanego paliwa przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Wybrane właściwości paliwa ON [Baczewski 1993]

Table 1. Selected features of the fuel

Parametr	ON
Gęstość [g/cm^3] przy 15°C	$0,82 \div 0,84$
Lepkość kinematyczna [mm^2/s] przy 40°C	2,84
Wartość opałowa wagowa [MJ/kg]	$42 \div 43$
Liczba cetanowa	51
Temperatura zapłonu [$^\circ\text{C}$]	54
Temperatura blokady zimnego filtra [$^\circ\text{C}$]	-7
Zawartość siarki [%]	0,1

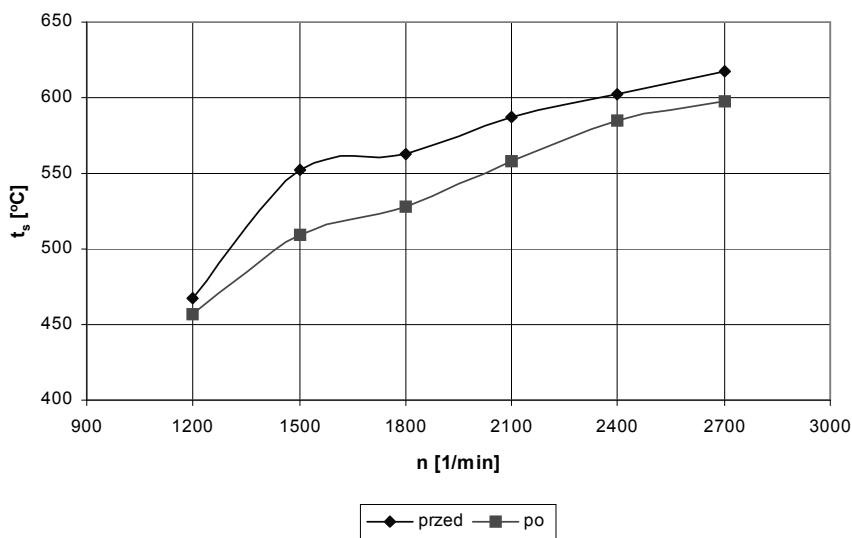
Aktywatory paliwa FE były montowane na przewodzie paliwowym, pierwszy 10 cm od pompy wtryskowej, a drugi 1 centymetr od tego pierwszego, kolejny podwójny – 10 cm od drugiego. Natomiast aktywatory powietrza AE montowano na wlocie powietrza do kolektora ssącego za filtrem powietrza. Pierwszy stos składający się z dwóch aktywatorów powietrza zamontowano na wlocie powietrza do kolektora ssącego, natomiast drugi stos podwójny – 50 cm od pierwszego. Wskazane jest zamocowanie aktywatorów FE i AE na odcinku elastycznym z gumy lub plastiku [Szczybiorowski 1994].

Badania przebiegu temperatury spalin, współczynnika absorpcji oraz zużycia paliwa w funkcji prędkości obrotowej silnika przeprowadzono przy maksymalnym wychy-

leniu listwy zębatej pompy wtryskowej. Zmianę prędkości obrotowej silnika uzyskiwano poprzez zmianę jego obciążenia P (kG) hamulcem wodnym. Wyniki pomiarów odczytywano dla następujących prędkości obrotowych silnika n (1/min): 1200, 1500, 1800, 2100, 2400 i 2700. Dla każdej z tych prędkości dokonano odczytów temperatury spalin t_s ($^{\circ}\text{C}$), współczynnika absorpcji światła k (1/m), czasu zużycia stałej masy paliwa (103 g) oraz wartości obciążenia silnika dla wyznaczenia jego mocy efektywnej. Temperatura paliwa była stała i wynosiła 15°C . Pomiar współczynnika absorpcji światła wykonano metodą maksymalnego zadymienia, stosowaną powszechnie w stacjach kontroli pojazdów. Na podstawie zarejestrowanego czasu zużycia stałej masy paliwa wyznaczono jego jednostkowe zużycie. Ostatecznymi wynikami pomiarów były średnie arytmetyczne odczytów dla każdej z prędkości obrotowych przed zamontowaniem aktywatorów i po okresie stabilizacji silnika z zamontowanymi aktywatorami, który wyniósł około 80 godzin.

WYNIKI BADAŃ

Na rysunkach 2–6 przedstawiono kolejno charakterystyki zewnętrzne: temperatury spalin, współczynnika absorpcji promieniowania podczerwonego, jednostkowego zużycia paliw oraz momentu obrotowego i mocy efektywnej.



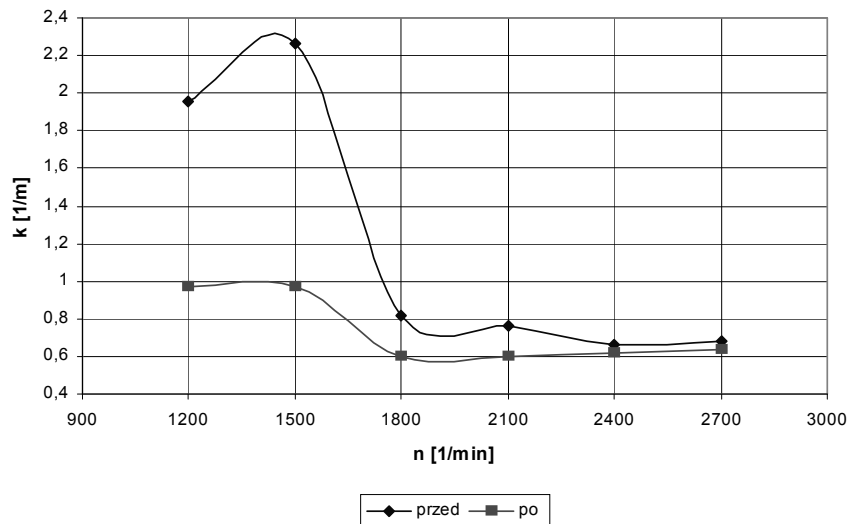
Rys. 2. Zbiorcza charakterystyka zewnętrzna temperatury spalin t_s w funkcji prędkości obrotowej silnika 359 przed zamontowaniem aktywatorów i po okresie stabilizacji pracy silnika z zamontowanymi aktywatorami

Fig. 2. Summary of outside characteristics of fumes temperature of t_s in function of engine speed 359 before installing activators and after engine work's stabilization phase with installed activators

Na podstawie temperatury spalin można stwierdzić, iż praca silnika przy wykorzystaniu skupionego pola magnetycznego daje niższe jej wartości. Najbardziej widać tę

różnicę (39°C) w zakresie prędkości obrotowej od 1500 do 1800 1/min. Natomiast przy prędkości 2700 1/min, gdy jest to przedział odpowiadający pracy silnika w warunkach jego maksymalnych prędkości obrotowych oraz niewielkich obciążen, gdzie moc efektywna osiąga wartości maksymalne, różnica temperatur wynosi 19°C . Średnia wartość obniżenia temperatury spalin silnika po zamontowaniu aktywatorów magnetycznych jest równa 8,78%

Przebieg wartości współczynnika absorpcji światła pozwala stwierdzić, iż uległ istotnemu zmniejszeniu po zamontowaniu aktywatorów magnetycznych w całym zakresie obciążen, którym poddano badany silnik. Rozpatrując jego przebieg (współczynnik zadymienia) w funkcji prędkości obrotowej silnika można wyróżnić dwa przedziały: dla niższych prędkości obrotowych silnika i znacznych obciążen (zakres 1200÷1800 1/min) oraz wyższych prędkości obrotowych i mniejszych obciążen (zakres 1800÷2700 1/min). Pierwszy z wymienionych przedziałów charakteryzuje się nieregularnością przebiegu oraz wysoką wartością współczynnika zadymienia.



Rys. 3. Zbiorcza charakterystyka zewnętrzna współczynnika absorpcji promieniowania podczerwonego k w funkcji prędkości obrotowej silnika 359 przed zamontowaniem aktywatorów i po okresie stabilizacji pracy silnika z aktywatorami

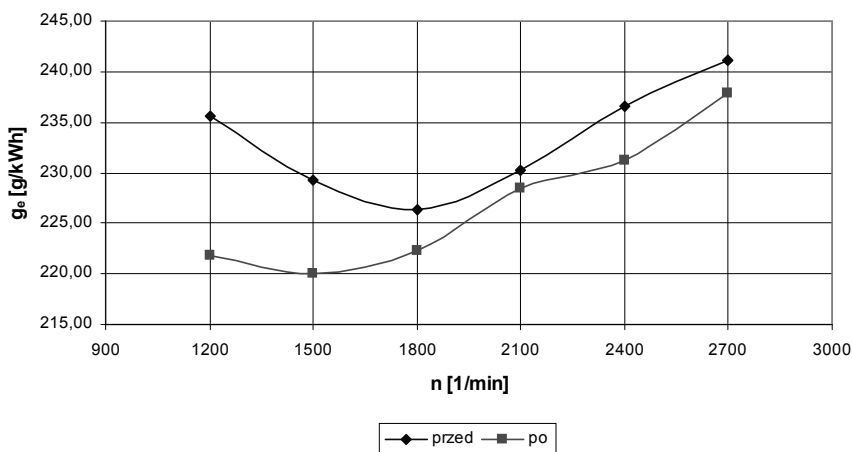
Fig. 3. Summary of outside characteristics of the infrared radiation absorption coefficient k in function of engine speed 359 before installing activators and after the engine work's stabilization phase with installed activators

Przy prędkości obrotowej silnika 1500 1/min wartości analizowanego współczynnika osiągają maksimum, niezależnie od zastosowania zestawu aktywatorów magnetycznych. Jest to prędkość, przy której silnik osiąga maksymalny moment obrotowy. W przedziale tym największą wartość współczynnika zadymienia charakteryzuje się olej napędowy, który nie był poddany obróbce magnetycznej przy zasilaniu badanego silnika

W drugim przedziale można zauważyć utrzymywanie się współczynnika zadymienia na podobnym poziomie dla oleju napędowego niepoddanego obróbce magnetycznej,

a także spadek wraz ze wzrostem prędkości obrotowej silnika wartości tego współczynnika dla paliwa poddanego obróbce magnetycznej. Maksymalna wartość obniżenia współczynnika absorpcji światła jest równa 56,82%.

Kolejną z analizowanych zewnętrznych charakterystyk zbiorczych jest przebieg jednostkowego zużycia paliwa w funkcji prędkości obrotowej silnika. Jednostkowe zużycie paliwa jest to wielkość określająca ilość zużywanego przez silnik paliwa w ciągu jednostki czasu pracy (1 h) na jednostkę mocy (1 kW) [Wajand 1988].



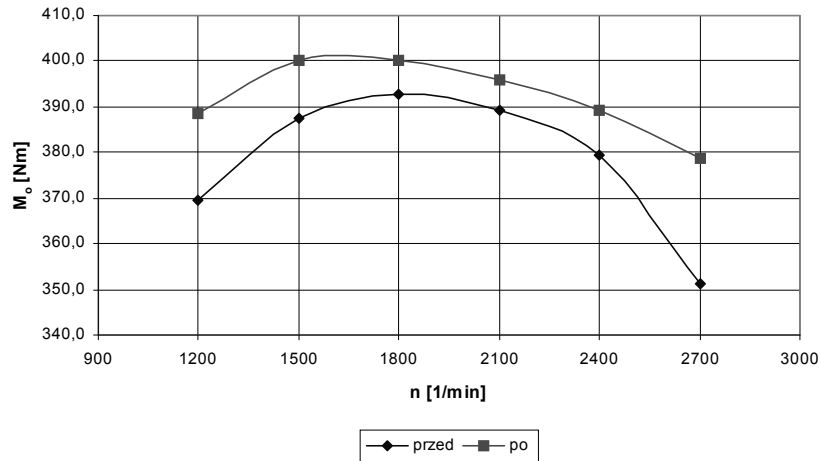
Rys. 4. Zbiorcza charakterystyka zewnętrzna jednostkowego zużycia paliwa g_e w funkcji prędkości obrotowej silnika 359 przed zamontowaniem aktywatorów i po okresie stabilizacji pracy silnika z aktywatorami

Fig. 4. Summary of outside characteristics of individual fuel consumption g_e in function of engine speed 359 before installing activators and after the engine work's stabilization phase with installed activators

Zamontowanie zestawu aktywatorów magnetycznych wpływa na ilość zużywanego przez silnik paliwa. Wartość jednostkowego zużycia paliwa uległa zmniejszeniu w całym zakresie prędkości obrotowej silnika. Najniższą wartość tego zużycia można zauważyć w przedziale niższych prędkości obrotowych i większych obciążeń silnika od 1200 do 1800 1/min. Średnia różnica rozpatrywanego parametru między wyżej przedstawionymi charakterystykami wynosi niecałe 9 g/kWh.

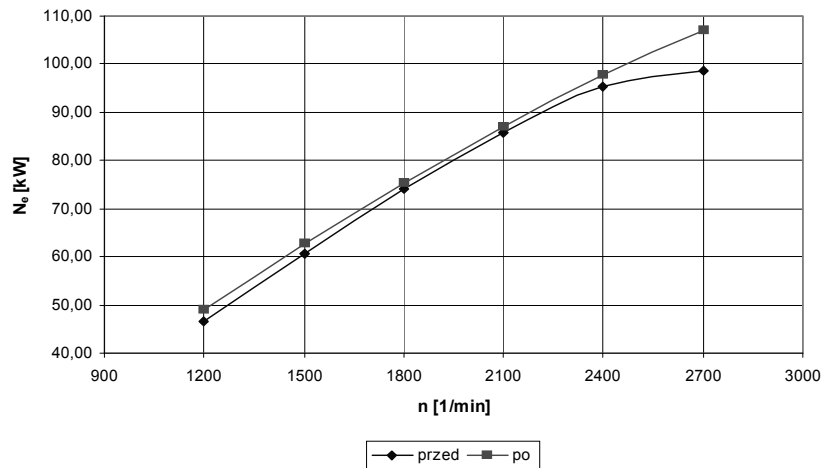
Z analizy zewnętrznej charakterystyki momentu obrotowego silnika 359 zasilanego rozpatrywanym paliwem przed obróbką magnetyczną i po obróbce magnetycznej wynika, iż najwyższe wartości są osiągane dla paliwa poddanego obróbce magnetycznej dla całego zakresu jego prędkości obrotowej i obciążenia. Po analizie ogólnego zarysu charakterystyki zewnętrznej momentu obrotowego w całym zakresie obciążenia silnika przed i po zamontowaniu aktywatorów magnetycznych i okresie stabilizacji silnika można stwierdzić, iż maksymalny moment obrotowy silnik osiągnął wcześniej, gdy paliwo zostało poddane obróbce magnetycznej i przesuwa się na wykresie prędkości obrotowej z 1800 1/min przed zainstalowaniem aktywatorów do wartości 1600 1/min po zamontowaniu aktywatorów i okresie stabilizacji. Wartość maksymalnego momentu

obrotowego zmierzonego dla 1800 1/min uległa podwyższeniu z wartości 392,6 Nm do wartości 400,0 Nm dla 1500 1/min po okresie stabilizacji. Wcześniejszy przyrost wartości maksymalnego momentu obrotowego jest znaczący dla pracy silnika i stanowi niezaprzeczalny skutek działania pola magnetycznego.



Rys. 5. Zbiorcza charakterystyka zewnętrzna momentu obrotowego M_o w funkcji prędkości obrotowej silnika 359 przed zamontowaniem aktywatorów i po okresie stabilizacji pracy silnika z aktywatorami

Fig. 5. Summary of outside characteristics of the torque M_o in function of engine speed 359 before installing activators and after the engine work's stabilization phase with installed activators



Rys. 6. Zbiorcza charakterystyka zewnętrzna mocy efektywnej N_e w funkcji prędkości obrotowej silnika 359 przed zamontowaniem aktywatorów i po okresie stabilizacji pracy silnika z aktywatorami

Fig. 6. Summary of outside characteristics of effect power N_e in function of engine speed 359 before installing activators and after the engine work's stabilization phase with installed activators

Kolejną otrzymaną charakterystyką zewnętrzną jest charakterystyka mocy efektywnej silnika 359 przed zamontowaniem aktywatorów magnetycznych, po ich zamontowaniu i okresie stabilizacji. Pozwala ona stwierdzić, iż najwyższe wartości są osiągane dla paliwa poddanego obróbce magnetycznej dla całego zakresu jego prędkości obrotowej i obciążenia. Nieco niżej (mniejsza moc) kształtuje się przebieg funkcji sporządzonej na podstawie badania silnika przed zainstalowaniem aktywatorów magnetycznych. W tym przypadku można zauważyć, że maksimum mocy efektywnej uległa podwyższeniu przy prędkości obrotowej silnika 2700 1/min z 98,68 kW do wartości 107,07 kW, co stanowi przyrost o około 8,38 kW po okresie stabilizacji silnika.

PODSUMOWANIE

Zastosowanie systemu aktywatorów magnetycznych o asymetrycznej budowie ma znaczący wpływ na wyznaczone parametry (temperaturę spalin, współczynnik zadymienia, jednostkowe zużycie paliwa oraz moment obrotowy i moc efektywną) silnika 359. Trudno natomiast wskazać okres pełnej stabilizacji magnetycznej silnika. Uzasadnić to można tym, że w odpowiednio dobranym polu magnetycznym dla badanego silnika zmienia się struktura paliw i ich własności, jak np. przewodność elektryczna, gęstość i lepkość. Na uwagę zasługuje również fakt, że oddziałując tym czynnikiem fizycznym na paliwa płynne, zmniejsza się ich napięcie powierzchniowe, co powoduje, że w strefie przepływu swobodnego tuż za wylotem z wtryskiwacza staje się ono powierzchniowo aktywne. Stąd też zmienia się również przy spalaniu struktura płomienia [Szczybiorowski 1994]. Zmiany właściwości fizycznych paliw uzależnione są od: natężenia i gradientu pola magnetycznego, składu paliw, ich prędkości przepływu, potencjału pola, typu i konstrukcji magnetyzera oraz jego odległości zainstalowania od strefy przepływu swobodnego, konfiguracji pola magnetycznego. Tak duża liczba czynników wpływających na własności wtryskiwanego paliwa powoduje czasami niejednoznaczną odpowiedź na pytanie o zalety stosowania aktywatorów magnetycznych w układach paliwowych silników spalinowych. Jednak uzyskane efekty wskazują na to, że wykorzystanie skupionego pola magnetycznego o odpowiednio dobranej konfiguracji oraz indukcji może stanowić skuteczne rozwiązanie sygnalizowanego problemu, gdyż dokonuje ono korzystnych zmian w strukturze paliwa, jakie trudno osiągnąć innymi metodami.

Zachowując maksimum obiektywizmu w ocenie wyników przeprowadzonych badań stwierdzono pozytywny wpływ działania aktywatorów paliwa i powietrza na parametry eksploatacyjne silnika z zapłonem samoczynnym.

PIŚMIENNICTWO

1. **Baczewski K. 1993:** Leksykon. Samochodowe paliwa, oleje i smary. Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa.
2. **Bielaczyc P., Merkisz J., Pielecha J. 2001:** Stan cieplny silnika spalinowego a emisja związków szkodliwych. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań.
3. Instrukcja obsługi dymomierza MDO 2 firmy MAHA, Gliwice 1999.
4. **Janiszewski T., Falkowski H., Sławski Cz. 1997:** Krajowe silniki wysokoprężne. Obsługa i naprawa. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa.

5. **Lukowski Z. 1978:** Naprawa samochodów Star 200. Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa.
6. Materiały reklamowe firmy B.K.M. Trust International. Poznań 2000.
7. **Szczypiorowski A. 1994:** Wykorzystanie pola magnetycznego do poprawy procesów spalania. Gospodarka Paliwami i Smarami, 10.
8. **Wajand J. A. 1988:** Silniki o zapłonie samoczynnym. Wyd. Naukowo–Techniczne, Warszawa.

THE INFLUENCE OF MAGNETIC ACTIVATORS ON SELECTED WORKING
PARAMETERS OF A SELF-IGNITION ENGINE

Summary. The aim of this paper was to define influence of magnetic activators on selected parameters during work of an engine with self-ignition. Results of this work allow to claim, that using magnetic activators has a significant influence on improving parameters of the examined engine.

Key words: gasoline motor, magnetic activator, activation energy, engine parameters

Recenzent: prof. dr hab. Mikołaj Miatluk