

Jacek Wasilewski *

WPLYW ZMIANY KĄTA WYPRZEDZENIA WTRYSKU NA ZUŻYCIE PALIWA PRZEZ SILNIK CIĄGNIKA ROLNICZEGO

Streszczenie. Praca zawiera wyniki badań eksperymentalnych godzinowego i jednostkowego zużycia paliwa w funkcji mocy efektywnej silnika S-4003 ciągnika rolniczego Ursus C-360 przy zmianie kąta wyprzedzenia wtrysku. Badania przeprowadzono na stanowisku dynamometrycznym w hamowni silnikowej przy dwóch prędkościach obrotowych silnika, w pełnym zakresie obciążenia. Pomiary ilości zużywanego paliwa przez badany silnik realizowano metodą wagową.

Słowa kluczowe: kąt wyprzedzenia wtrysku, zużycie paliwa (godzinowe, jednostkowe), silnik ciągnika rolniczego

WSTĘP

Jednym z najbardziej istotnych parametrów przebiegu wtrysku paliwa w silniku o zapłonie samoczynnym jest kąt wyprzedzenia wtrysku, którego optymalna wartość określana jest podczas długotrwałych prac badawczych.

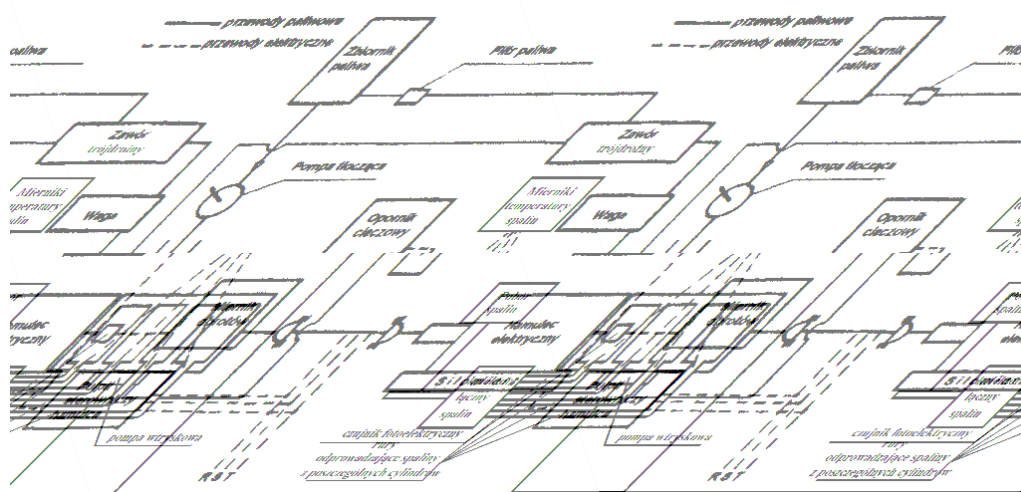
W przypadku silników ciągników rolniczych szczególnie niekorzystny wpływ na prawidłowe działanie układu wtryskowego, oprócz złożonych warunków ich eksploatacji, odgrywa często niski poziom techniczny obsługi. Ten fakt może przyczynić się do zmiany bardzo ważnego parametru regulacyjnego.

Brak optymalnych nastaw regulacyjnych oraz proces zużycia i uszkodzenia aparatury wtryskowej są zwykle przyczyną pogorszenia ekonomiczności silnika, spadku rozwijanej mocy, wzrostu toksyczności spalin wskutek nieprawidłowego przebiegu procesów przygotowania mieszanki i jej spalania w silniku [1, 2, 4]. Wpływ zużycia aparatury wtryskowej, w szczególności par precyzyjnych na zużycie paliwa przez silnik ciągnikowy, autor przedstawił w opublikowanych pracach [5, 6].

* Dr inż. Jacek Wasilewski, Katedra Energetyki i Pojazdów, Akademii Rolniczej w Lublinie

OPIS STANOWISKA BADAWCZEGO I METODYKA BADAŃ

Przedmiotem badań był czterocylindrowy silnik wysokoprężny S-4003 ciągnika Ursus C-360, zamontowany na stanowisku dynamometrycznym w hamowni silnikowej Katedry Energetyki i Pojazdów Akademii Rolniczej w Lublinie. Schemat stanowiska badawczego przedstawiono na rys. 1. Zasadniczym elementem stanowiska dynamometrycznego jest hamulec elektryczny typu K1-136 B-E (prądnicą prądu przemiennego), który służył także do uruchamiania badanego silnika. Do pomiaru prędkości obrotowej silnika wykorzystano czujnik indukcyjny, współpracujący z miernikiem cyfrowym typu N05.



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego

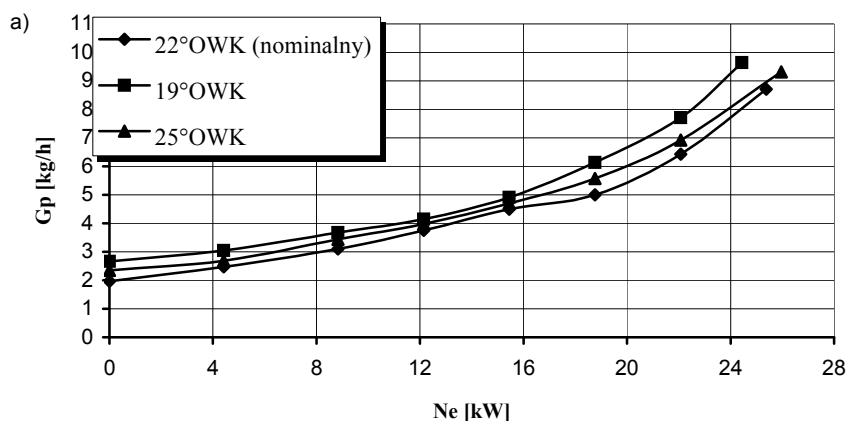
Fig. 1. Draft of the testing stand

Badany silnik z bezpośrednim wtryskiem paliwa do toroidalnej komory w tłoku, wyposażony był w rzędową pompę wtryskową P24T8-3a i wtryskiwacze WJ1S 78.7A. Kąt wyprzedzenia wtrysku określany był pośrednio jako kąt początku tłoczenia (przy realizowanych w badaniach prędkościach obrotowych silnika- zbliżone wartości), przeprowadzając regulacje do wartości: 19, 22 (kąt nominalny), 25°OWK przed GZP wykorzystano momentoskop. Pozostałe nastawy regulacyjne aparatury paliwowej ustawiono na wartości nominalne. Sprawdzenia i regulacje pompy wtryskowej oraz wtryskiwaczy zostały przeprowadzone zgodnie z literaturą [3, 7].

Godzinowe zużycie paliwa określono metodą wagową, przy wykorzystaniu wagi elektronicznej TP-30B, automatycznie mierzącej czas zużycia zadanej dawki paliwa. Jednostkowe zużycie paliwa obliczano wg powszechnie znanej zależności, na podstawie pomiarów godzinowego zużycia paliwa, momentu obrotowego i prędkości obrotowej silnika.

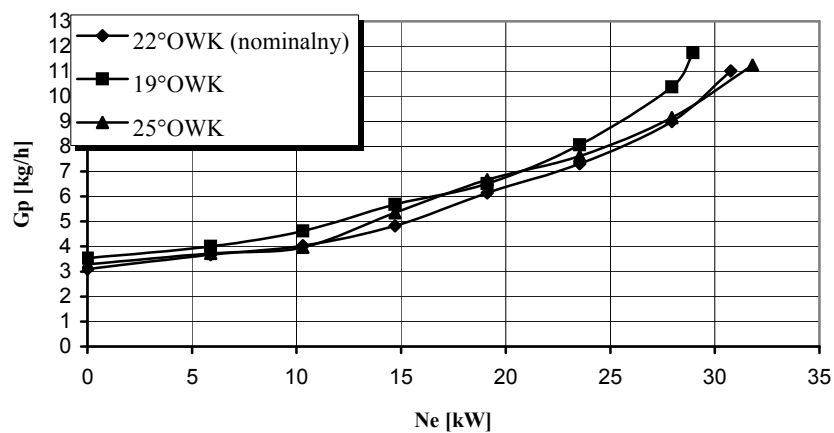
WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Zmiany godzinowego zużycia paliwa (G_p) oraz jednostkowego zużycia paliwa (g_e) w funkcji mocy efektywnej (N_e) silnika ciągnikowego S-4003 uzyskane na podstawie badań eksperymentalnych, dla zmiennych kątów wyprzedzenia wtrysku α_{ww} , przedstawiono na charakterystykach obciążeniowych: przy prędkości obrotowej silnika 1500 obr/min- odpowiednio na rys. 2 i 4, dla prędkości obrotowej 2000 obr/min- odpowiednio na rys. 3 i 5.



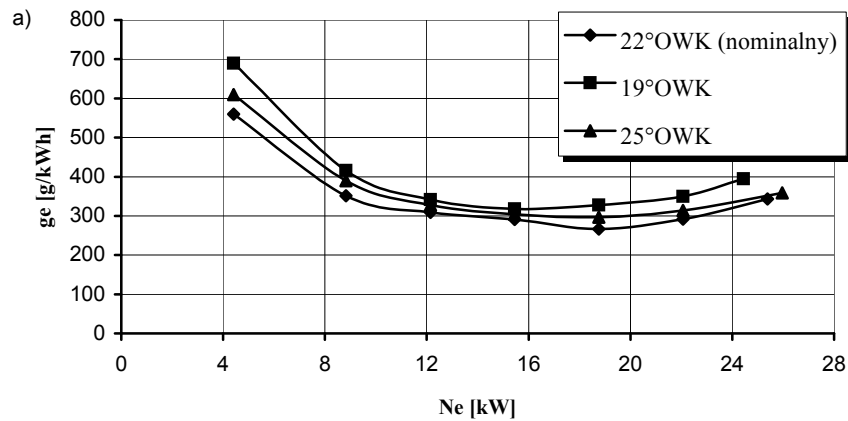
Rys. 2. Zmiany godzinowego zużycia paliwa (G_p) w funkcji mocy efektywnej (N_e) silnika ciągnikowego, przy prędkości obrotowej 1500 obr/min

Fig. 2. Changes of the hourly fuel consumption (G_p) in the function of the effective power (N_e) of a tractor engine, at the rotational speed 1500 rpm



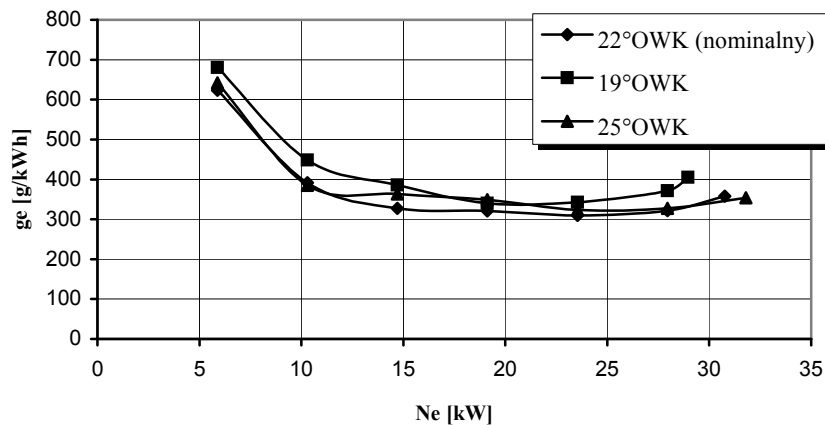
Rys. 3. Zmiany godzinowego zużycia paliwa (G_p) w funkcji mocy efektywnej (N_e) silnika ciągnikowego, przy prędkości obrotowej 2000 obr/min

Fig. 3. Changes of the hourly fuel consumption (G_p) in the function of the effective power (N_e) of a tractor engine, at the rotational speed 2000 rpm



Rys. 4. Zmiany jednostkowego zużycia paliwa (g_e) w funkcji mocy efektywnej (N_e) silnika ciągnikowego, przy prędkości obrotowej 1500 obr/min

Fig. 4. Changes of the unitary fuel consumption (g_e) in the function of the effective power (N_e) of a tractor engine, at the rotational speed 1500 rpm



Rys. 5. Zmiany jednostkowego zużycia paliwa (g_e) w funkcji mocy efektywnej (N_e) silnika ciągnikowego, przy prędkości obrotowej 2000 obr/min

Fig. 5. Changes of the unitary fuel consumption (g_e) in the function of the effective power (N_e) of a tractor engine, at the rotational speed 2000 rpm

Analizując powyższe zależności stwierdzono:

1. Wzrost godzinowego zużycia paliwa dla kątów wyprzedzenia wtrysku różnych od nominalnego w całym zakresie obciążeń i przy obu badanych prędkościach obrotowych silnika; dla kąta $\alpha_{ww} = 19^\circ\text{OWK}$ przed GZP średni w całym zakresie obciążeń silnika wzrost G_p wyniósł odpowiednio 16,7% przy prędkości obrotowej 1500 obr/min oraz 11,3% przy prędkości 2000 obr/min, natomiast dla

- kąta $\alpha_{ww} = 25^\circ\text{OWK}$ – odpowiednio 7,5% przy 1500 obr/min i 4,1% przy 2000 obr/min, w porównaniu z kątem nominalnym;
2. Wzrost jednostkowego zużycia paliwa dla różnych od nominalnego kątów wyprzedzenia wtrysku w całym zakresie obciążeń i przy obu badanych prędkościach obrotowych silnika; dla kąta $\alpha_{ww} = 19^\circ\text{OWK}$ przy prędkości obrotowej 1500 obr/min g_e wzrosło średnio o 17,5%, a przy 2000 obr/min o 12,1%, zaś dla $\alpha_{ww} = 25^\circ\text{OWK}$ – o 6,8% przy 1500 obr/min i o 3,4% przy 2000 obr/min, ponad wartości uzyskane dla kąta nominalnego;
 3. Mniejszy (o ok. 1,5 razy) wzrost zużycia paliwa dla kątów wyprzedzenia wtrysku odbiegających od nominalnego, przy pracy silnika z większą prędkością obrotową (obliczony na podstawie średnich w całym zakresie obciążeń dla $\alpha_{ww} = 19$ i 25°OWK , w porównaniu z $\alpha_{nom} = 22^\circ\text{OWK}$).

PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonych badań wynika, że zmiana kąta wyprzedzenia wtrysku w stosunku do zalecanego przez producenta dla badanego silnika wpływa na wzrost zużycia paliwa. Największe zużycie paliwa zanotowano dla zmniejszonego kąta wyprzedzenia wtrysku ($\alpha_{ww} = 19^\circ\text{OWK}$), co potwierdza gorsze wskaźniki pracy silnika przy opóźnieniu wtrysku (stwierdzono kilkuprocentowy spadek mocy). Zbyt wczesny wtrysk powoduje nagromadzenie większej ilości paliwa w okresie opóźnienia samozapłonu (trwającego dłużej), wzmacnia dynamikę spalania i powoduje twardą pracę silnika.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bocheński C.**, 1990: Dymienie a konstrukcja i eksploatacja silników wysokoprężnych stosowanych w rolnictwie. Rozprawa habilitacyjna, SGGW-AR, Warszawa.
2. **Falkowski H., Krępeć T.**, 1979: Obsługa i naprawa aparatury paliwowej silników wysokoprężnych. WKiŁ, Warszawa.
3. **Janiszewski T., Falkowski H., Sławski Cz.**, 1987: Krajowe silniki wysokoprężne. Obsługa i naprawa. WKiŁ, Warszawa.
4. **Wajand J.**, 1988: Silniki o zapłonie samoczynnym. WN-T, Warszawa.
5. **Wasilewski J.**, 2001: Ocena zużycia paliwa rolniczych agregatów maszynowych w zależności od stopnia zużycia par precyzyjnych aparatury paliwowej. Inżynieria Rolnicza, 1, 347-353.
6. **Wasilewski J., Berezovyy M.**, 2001: Badania w warunkach stanowiskowych zużycia paliwa przez silnik ciągnika rolniczego w aspekcie zużycia par precyzyjnych aparatury wtryskowej. Zbiornik Naukowych Prac Nacjonalnowo Agrarnowo Uniwersytetu Ukrainy p.t. „Mechanizacja silskogospodarskowo wirobnictwa”, Wydawnictwo NAU, t. X, 48-56, Kijów.
7. Zrzeszenie Przemysłu Ciągnikowego URSUS. Zakłady Mechaniczne „Ursus”: Kołowe ciągniki rolnicze Ursus C-360, Ursus C-360-3P. Instrukcja napraw. Wydawnictwo przemysłowe WEMA, Warszawa 1990.

THE INFLUENCE OF INJECTION ADVANCE ANGLE CHANGE ON FUEL CONSUMPTION BY A TRACTOR ENGINE

Summary. The article presents the results of experimental tests of hourly and unitary fuel consumption in the effective power function of the S-4003 engine of an Ursus C-360 tractor, at change of injection advance angle. The tests were carried out on a dynamometric stand in an engine brake room, for two rotation speeds of the engine and for the full road range. The measurements of the amount of the fuel consumed by the tested engine was performed by the weight method.

Keywords:

Recenzent: prof. dr hab. Wiesław Piekarski