

THE CONTROLLING OF THE FUEL AUTOIGNITION PROCESS DURING DIESEL ENGINE START-UP

Tadeusz Kaldonński, Kazimierz Koliński, Józef Pszczółkowski

Wojskowa Akademia Techniczna
Instytut Pojazdów Mechanicznych
00-908 Warszawa 49, ul. S. Kaliskiego 2
tel. (022) 683-71-46, fax. (022) 683-97-96
e-mail: jpszczolkowski@era.wat.edu.pl

Abstract. The results of starting properties research of 359, UTD-20 and AD4.236 diesel engines fed with two kind of fuels: IZ-40 diesel fuel and F-34 fuel with various physic-chemical characteristics are presented. The initial tests of their influence on engine starting characteristics did not give the unequivocal result on favourable action of one of them on start-up processes at low ambient temperature. The subsequent tests were undertaken for the purpose of specifying the influence of engine feeding system adjusting parameters on starting processes using the mentioned above fuels. These tests were the base to define the engine start-up conditions (feeding system adjusting parameters), in which these fuels ensure, interchangeably, the favourable engine starting properties.

STEROWANIE PROCESEM ZAPŁONU PALIW W WARUNKACH ROZRUCHU SILNIKA O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM

Streszczenie. Przedstawiono wyniki badań właściwości rozruchowych silników spalinowych o zapłonie samoczynnym: 359, UTD-20 i AD4.236 zasilanych dwoma rodzajami paliwa: olejem napędowym IZ-40 oraz paliwem F-34 o różnych charakterystykach fizyko-chemicznych. Badania wstępne ich wpływu na charakterystyki rozruchowe silników nie dały jednoznacznego wyniku o korzystnym oddziaływaniu jednego z paliw na procesy rozruchu w niskiej temperaturze otoczenia. Podjęto dalsze badania przy użyciu silnika AD4.236 mające na celu określenie wpływu parametrów regulacyjnych układu zasilania silnika na procesy rozruchowe z zastosowaniem wymienionych paliw. Badania te dały podstawę do zdefiniowania warunków rozruchu silnika (parametrów regulacyjnych układu zasilania), w których paliwa zapewniają, zamiennie, korzystniejsze właściwości rozruchowe silnika.

1. Wprowadzenie

Silniki o zapłonie samoczynnym, głównie dzięki wymuszonemu dostarczaniu paliwa do cylindrów i jego rozpylaniu w powietrzu o podwyższonej temperaturze, mają zdolność spalania paliw o zróżnicowanym składzie frakcyjnym i grupowym – każdy silnik o zapłonie samoczynnym jest ze swej natury silnikiem wielopaliwowym. Jednak przy zmianie właściwości zasilającego silnik paliwa ulegają zmianie parametry procesów tworzenia mieszaniny paliwowo-powietrznej i jej spalania. Konsekwencją jest oczywista zmiana wskaźników efektywności pracy silnika. Dlatego też przy zmianie paliwa zasilającego silnik, celowe jest dostosowanie jego parametrów regulacyjnych do właściwości paliwa celem osiągnięcia optymalnych wartości wskaźników efektywności pracy silnika. Kryteriami optymalizacji są tu zazwyczaj moc, moment obrotowy silnika lub skład spalin, natomiast pozostałe wskaźniki cech użytkowych uzyskują wartości będące konsekwencją dokonanych zmian według powyższych kryteriów. Do nich należą niewątpliwie właściwości rozruchowe silnika zasilanego nowym rodzajem paliwa. W celu oceny zmian charakterystyk rozruchowych, przy zasilaniu różnymi rodzajami paliwa: olejem napędowym IZ-40 oraz

paliwem F-34, przeprowadzono badania porównawcze właściwości rozruchowych silników: 359, UTD-20 (silnik bojowego wozu piechoty BWP-1) i AD4.236.

Paliwa tłokowych silników spalinowych są mieszaniną węglowodorów o różnej budowie strukturalnej i różnym stopniu rozwinięcia struktury. Składniki paliwa o różnej strukturze i długości łańcuchów węglowodorowych różnią się właściwościami fizycznymi i chemicznymi i mogą być w pełni zdefiniowane za pomocą charakterystyk określających jego skład frakcyjny i grupowy. Jednak rozbudowane charakterystyki paliwa nie są dogodnym narzędziem opisu jego właściwości, zwłaszcza dla celów eksploatacyjnych.

Dlatego znacznie częściej do oceny właściwości paliw (i w innych przypadkach) stosowane są odpowiednie parametry. Do głównych należą: liczba cetanowa, temperatura destylacji określonej części paliwa, temperatura zapłonu, lepkość, temperatura zablokowania zimnego filtra i krzepnięcia. Liczba cetanowa charakteryzuje właściwości samozapłonowe paliwa poprzez porównanie charakterystyk zapłonu i spalania z określonym paliwem wzorcowym. Liczba cetanowa danego paliwa jest definiowana jako procent zawartości cetanu (heksadekanu) we wzorcowej mieszaninie dwu paliw (heksadekan i alfametylonaftalen), która zachowuje się w ten sam sposób w silniku testowym przy tych stopniach sprężania. W ten sposób liczba cetanowa jest wprost powiązana ze zwłoką samozapłonu, zależną od temperatury i ciśnienia w komorze spalania. Liczba cetanowa nie jest parametrem fizycznym, lecz umownym wskaźnikiem służącym do porównywania właściwości zapłonowych paliw. Zależy ona od składu chemicznego paliwa i niektórych jego właściwości fizycznych takich jak lepkość, gęstość i napięcie powierzchniowe.

Parametry fizyczne paliw są funkcjami temperatury, więc również liczba cetanowa powinna być funkcją temperatury. Stąd też właściwości zapłonowe o różnym składzie chemicznym mogą znacznie różnić się w różnych warunkach pracy silnika. Przy tym dla różnych warunków pracy istnieje korelacja między wyznaczoną liczbą cetanową i zwłoką zapłonu, choć stopień zróżnicowania właściwości zapłonowych może być różny [2]. Skład frakcyjny determinuje zdolność parowania i lotność paliwa. Im niższa jest temperatura destylacji frakcji paliwa, tym szybciej ono odparowuje, szybciej tworzona jest mieszanina paliwo-powietrze i rozruch silnika, szczególnie w niskiej temperaturze otoczenia może być łatwiejszy. Inną ważną cechą paliw jest lepkość, która determinuje opór przepływu, ale również przebieg wtryskiwania i procesy rozpylania – wpływa na procesy rozruchu przez determinowanie rozmiaru kropeł, kształtu i zasięgu strugi.

2. Metodyka realizacji badań

Badania porównawcze charakterystyk rozruchowych silników 359, UTD-20 i AD4.236 przeprowadzono w komorze niskich temperatur WAT. Silniki zasilano dwoma rodzajami paliwa: olejem napędowym IZ-40 i paliwem F-34. Ich podstawowe właściwości, o istotnym wpływie na przebieg procesu rozruchu silnika podano w tabeli 1 [3]. Paliwo F-34 jest paliwem o nieco gorszych właściwościach samozapłonowych (wg wartości liczby cetanowej) niż olej napędowy, ale ma również cechy wskazujące na jego dużą przydatność eksploatacyjną do zasilania silników w warunkach niskich temperatur:

- jest paliwem o lżejszym składzie frakcyjnym, zwłaszcza o niższej temperaturze końca destylacji,
- ma niższą lepkość i niższą temperaturę zablokowania zimnego filtra.

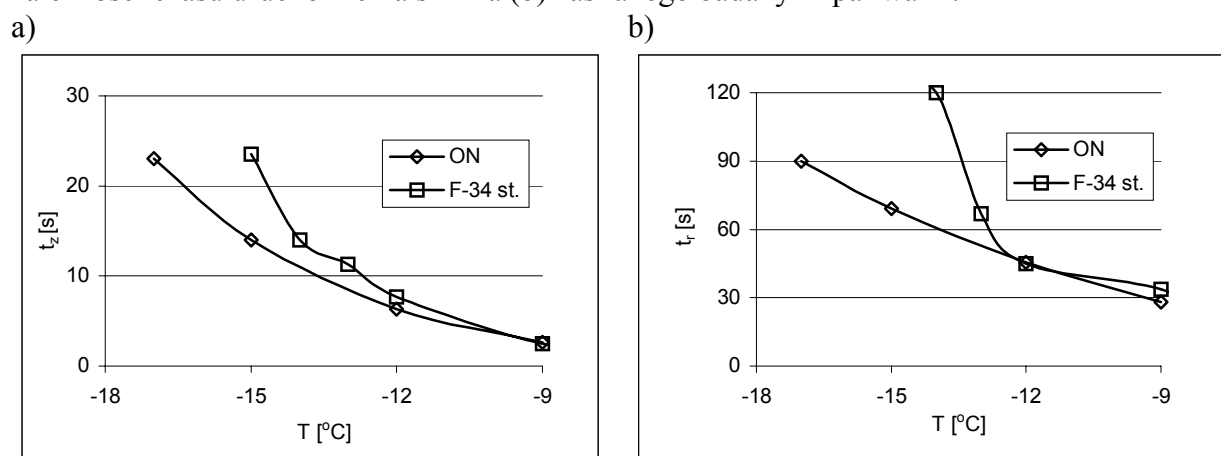
Tabela 1. Podstawowe właściwości paliwa F-34 i oleju napędowego IZ-40
 Table 1. The basic properties of F-34 and IZ-40 fuels

Lp.	Właściwości,	ON IZ-40	Paliwo F-34
1.	Gęstość w 15°C, [kg/m ³]	831	804
2.	Temperatura zablokowania zimnego filtra, [°C]	-31	-54
3.	Lepkość kinematyczna w temp. 40 °C, [mm ² /s]	2,35	1,27
4.	Indeks cetanowy	51	48
5.	Liczba cetanowa	50	45
6.	Temperatura oddestylowania 90% [°C]	330	225

Silniki umieszczone na stanowisku badawczym w komorze niskich temperatur przygotowywano do prób rozruchu zgodnie z ogólnymi wymaganiami norm badań [1]. Wyposażono je w aparaturę pomiarową i rejestrującą umożliwiającą kontrolę zarówno wartości temperatur, parametrów pracy układu rozruchowego, oraz parametrów procesów roboczych w warunkach rozruchu. Przygotowanie każdego silnika do próby rozruchu polegało na wychłodzeniu do danej temperatury, a następnie stabilizacji przez okres ok. 12h. Po uruchomieniu, silniki wygrzewano bez obciążenia do uzyskania eksploatacyjnych wartości temperatury płynu chłodzącego i oleju silnikowego. Zapewniono takie warunki badań, aby uzyskać powtarzalność warunków realizacji badań dla obydwu paliw, szczególnie wartości prędkości obrotowej wału korbowego w odpowiednich temperaturach otoczenia. Jako podstawowe parametry oceny charakterystyk rozruchowych przyjęto czas powstania pierwszego zapłonu i czas uruchomienia silników.

3. Podstawowe charakterystyki rozruchowe silników

Na rys. 1 przedstawiono podstawowe charakterystyki rozruchowe silnika 359 – zależności od temperatury czasu powstania pierwszego zapłonu w cylindrach podczas rozruchu (a), oraz zależności czasu uruchomienia silnika (b) zasilanego badanymi paliwami.

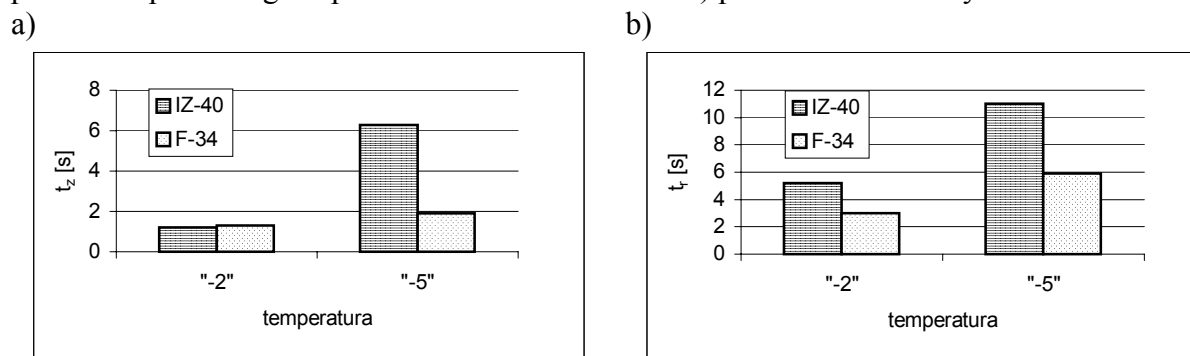


Rys. 1. Zależności od temperatury czasu powstania zapłonu – a) i czasu rozruchu – b) silnika 359 zasilanego olejem napędowym IZ-40 lub paliwem F-34
 The dependences on temperature of the ignition time – a) and start-up time b) of 359 engine fed with IZ-40 diesel fuel or F-34 fuel

Istotną cechą drugiej fazy rozruchu silnika typu 359 (tj. od chwili powstania pierwszego zapłonu) zasilanego obydwoma rodzajami paliwa jest powolny wzrost intensywności zapłonów w trakcie trwania rozruchu. Silnik podejmuje samodzielną pracę przy niskiej

wartości średniej prędkości obrotowej i przy znacznych jej wahaniach. Uzyskane wartości czasów powstania pierwszego zapłonu i rozruchu silnika są porównywalne w zakresie temperatury otoczenia do $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Różnice zaznaczają się w temperaturach niższych, gdzie gorsze właściwości rozruchowe wykazuje silnik zasilany paliwem F-34. Dla tego silnika wyznaczono wartości granicznej temperatury rozruchu według wymagań normy BN-74/1309 – przy dopuszczalnym czasie jego trwania wynoszącym 90 s. Wartość granicznej temperatury rozruchu silnika zasilanego paliwem F-34 była równa $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$, a olejem napędowym $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zatem przy zasilaniu silnika paliwem F-34 podczas badań uzyskano wzrost temperatury granicznej rozruchu o 4 deg. Różnice naturalnych właściwości rozruchowych silnika wywołane wpływem rodzaju paliwa nie mają istotnego znaczenia eksploatacyjnego.

Badania naturalnych właściwości rozruchowych silnika UTD-20 bojowego wozu piechoty BWP-1 zostały przeprowadzone w ograniczonym zakresie. Wynikało to z faktu, że wymaganiem instrukcji eksploatacji jest konieczność stosowania przed uruchomieniem silnika podgrzewacza rozruchowego w zakresie temperatur otoczenia niższych od $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dlatego, uwzględniając właściwości stosowanego oleju smarującego, wykonywano jedynie próby rozruchu w temperaturach otoczenia -2 i $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Uzyskane rezultaty badań (czas powstania pierwszego zapłonu i czas rozruchu silnika) przedstawiono na rys. 2.

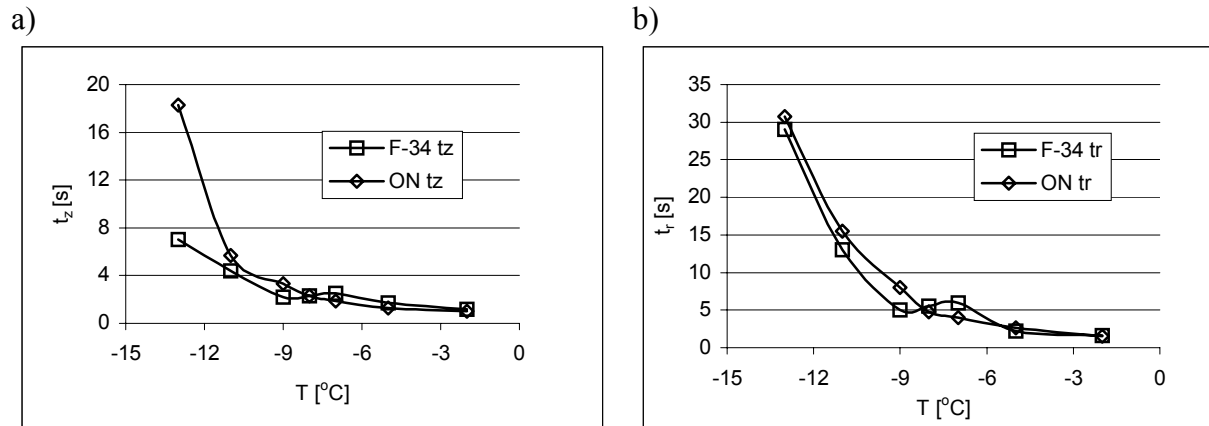


Rys. 2. Wartości czasów powstania zapłonu a) i czasów rozruchu b) silnika UTD-20 zasilanego paliwami IZ-40 lub F-34 w temperaturze otoczenia -2 i $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$
The values of autoignition occurring time a) and start-up time b) of the UTD-20 engine fed with IZ-40 or F-34 fuel at the -2 and -5 deg Celsius temperatures

W przypadku silnika UTD-20 w scharakteryzowanych warunkach paliwo F-34 zapewniło jego korzystniejsze właściwości rozruchowe niż olej napędowy IZ-40. Szczególnie jest to widoczne w przypadku czasów rozruchu silnika oraz powstania zapłonu w temperaturze otoczenia $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. W temperaturze $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ czasy powstania zapłonu dla obydwu paliw były bardzo małe (nieco ponad 1 s) i różnice ich wartości nie mogły być stwierdzone. Przejście silnika do stanu samodzielnej pracy od chwili zaistnienia pierwszego zapłonu następowało poprzez stały równomierny przyrost prędkości obrotowej wału korbowego. Przy wartościach temperatury, w jakich realizowano badania rozruchu naturalnego silnika podstawowe znaczenie dla przebiegu tworzenia mieszaniny paliwowo-powietrznej i jej samozapłonu może mieć większa dokładność rozpylenia paliwa F-34 i jego większa parowalność w stosunku do oleju napędowego IZ-40. Stąd też właściwości rozruchowe silnika w tym zakresie temperatury mogą być lepsze.

Wobec braku możliwości jednoznacznej oceny wpływu badanych paliw na właściwości rozruchowe silników wykonano również badania podstawowych charakterystyk rozruchowych silnika AD4.236, których przebiegi przedstawiono na rys. 3. Charakterystyki temperaturowe rozruchu silnika dla obydwu paliw są porównywalne w zakresie do $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$, mimo istniejącej różnicy ich właściwości fizycznych i chemicznych. Jedynie w najniższej temperaturze badania $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ uwidoczniły się różnice czasu zapłonu, który dla oleju

napędowego miał znacznie większą wartość. Przy tym jednak czasy rozruchu silnika były porównywalne. Wskazuje to na odmienny wpływ właściwości paliwa na charakterystyki tworzenia i zapłonu mieszanki paliwa i powietrza w obydwu fazach rozruchu. Mimo, że paliwo F-34 ma mniejszą wartość wyznaczonej w warunkach normatywnych liczby cetanowej niż olej napędowy, również podczas rozruchu silnika AD4.236 wykazało lepszą skłonność do samozapłonu, zwłaszcza w początkowej fazie rozruchu. Mniejsza wartość czasu zapłonu dla paliwa F-34 wynika z jego lepszej parowalności i stąd łatwości wytworzenia palnej mieszanki paliwowo-powietrznej. A więc relacje uzyskanych w tym przypadku wyników badań potwierdzają wyniki dla silnika UTD-20.



Rys. 3. Zależności czasów powstania zapłonu a) i czasów rozruchu b) silnika AD4.236 zasilanego paliwami IZ-40 lub F-34 od temperatury otoczenia
The dependences on ambient temperature the values of autoignition occurring time – a) and start-up time – b) of the AD4.236 engine fed with IZ-40 or F-34 fuel

Dla uzyskania dobrych właściwości rozruchowych silnika o zapłonie samoczynnym istotnym czynnikiem jest również w tym przypadku zdolność paliwa do tworzenia mieszanki palnej warunkowana jego składem frakcyjnym – parowalnością. Jednakże w drugiej fazie rozruchu, przy wyższej wartości prędkości obrotowej wału korbowego, łatwość parowania paliwa jest niekorzystnym czynnikiem dla rozwoju procesów zapłonu i spalania, ponieważ następuje większe obniżenie temperatury strefy strugi paliwa i ładunku w cylindrze.

4. Badanie regulacyjnych charakterystyk rozruchowych silnika ad4.236

Przyczyny odmiennego wpływu badanych paliw na właściwości rozruchowe różnych silników o zapłonie samoczynnym mogły być wyjaśnione poprzez badanie rozruchowych charakterystyk regulacyjnych. Do tych badań wybrano silnik AD4.236, dla którego wykonano charakterystyki czasu powstania zapłonu i rozruchu od wartości kąta wyprzedzenia wtrysku i ciśnienia otwarcia wtryskiwacza przy zasilaniu obydwoma paliwami. Dla oleju napędowego charakterystyki te wykonano w temperaturze otoczenia -12 °C, a dla paliwa F-34 w temperaturze -11 °C. Takie zróżnicowanie temperatur wynikało z prognozowania, że przy zmianie wartości parametrów regulacyjnych szybciej ujawnią się gorsze normatywne właściwości samozapłonowe paliwa F-34. Wyniki badań charakterystyki regulacyjnej silnika w funkcji kąta wyprzedzenia wtrysku dla oleju napędowego przedstawiono na rys. 4. Zależności czasu wystąpienia pierwszego zapłonu t_z i rozruchu t_r wyrażonego w sekundach od wartości kąta wyprzedzenia wtrysku φ , w stopniach obrotu wału korbowego względem GMP tłoka, aproksymowano za pomocą wielomianów drugiego stopnia uzyskując:

$$t_z = 0,2555\varphi^2 - 11,1\varphi + 122,3 \quad (1)$$

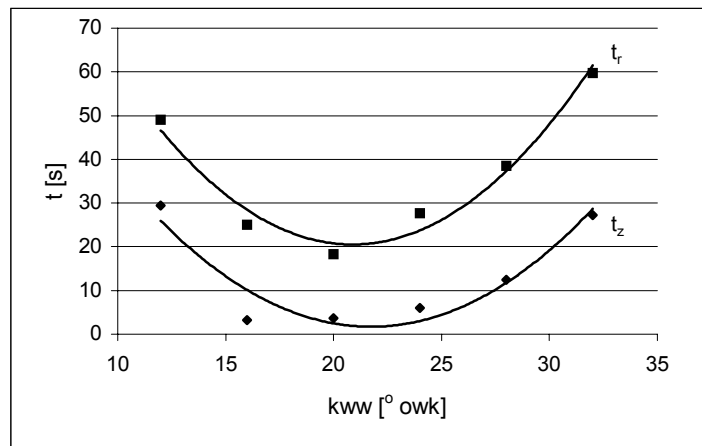
$$t_r = 0,331\varphi^2 - 13,82\varphi + 164,9 \quad (2)$$

Również w przypadku paliwa F-34 uzyskano dobrą zgodność opisu analitycznego wielomianem drugiego stopnia z danymi eksperymentalnymi ocenianą za pomocą kwadratu współczynnika korelacji. Intensywność zmian parametrów charakteryzujących przebieg rozruchu w funkcji kąta wyprzedzenia wtrysku jest tutaj nieco większa niż w przypadku oleju napędowego, szczególnie dotyczy to czasu rozruchu silnika (dla czasów powstania zapłonu intensywność zmian jest porównywalna). Może ona być mierzona wartością współczynnika przy wyrazie kwadratowym funkcji regresji. Jego wartość była równa:

- dla czasu zapłonu – 0,252 dla paliwa F-34 i 0,255 dla oleju napędowego IZ-40;
- dla czasu rozruchu – 0,4465 dla paliwa F-34 i 0,331 dla oleju napędowego IZ-40.

Ważne znaczenie dla oceny istotności wpływu kąta wyprzedzenia wtrysku na wykazywane przez silniki właściwości rozruchowe miało wyznaczenie, na podstawie funkcji regresji, optymalnych dla warunków rozruchu wartości kątów, które są dla obydwu badanych paliw praktycznie równe i wynoszą:

- dla czasu zapłonu – 23 °OWK dla paliwa F-34, dla oleju napędowego IZ-40 – 22;
- dla czasu rozruchu – 22 °OWK dla paliwa F-34 dla oleju napędowego IZ-40 – 21.

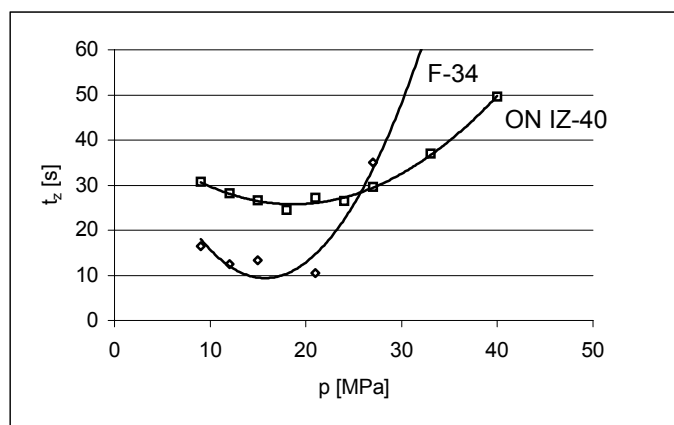


Rys. 4. Zależność czasu wystąpienia pierwszego zapłonu t_z i rozruchu t_r silnika AD4.236 zasilanego olejem napędowym IZ-40 od kąta wyprzedzenia wtrysku
The dependences of first ignition occurring time t_z and start-up time t_r of AD4.236 engine on IZ-40 fuel timing

Jakość rozpylania paliwa zależy od takich jego cech, jak: napięcie powierzchniowe, współczynnik lepkości dynamicznej, gęstość i szybkość wypływu z dysz rozpylacza, na którą bezpośrednio wpływa ciśnienie wtryskiwania. Zatem należało oczekiwać istotnego zróżnicowania charakterystyk rozruchowych silnika dla obydwu badanych paliw. Na rys. 5 przedstawiono zależności czasu rozruchu silnika w odpowiednich temperaturach badania (dla oleju napędowego –12 i dla paliwa F-34 –11 °C) od ciśnienia otwarcia wtryskiwacza.

Zależności czasu powstania zapłonu i rozruchu silnika w przypadku jego zasilania paliwem F-34 i olejem napędowym IZ-40 od ciśnienia otwarcia wtryskiwacza również aproksymowano wielomianami drugiego stopnia. Intensywność zmian parametrów charakteryzujących przebieg rozruchu (czasów zapłonu i rozruchu) w funkcji ciśnienia otwarcia wtryskiwacza może być również oceniona wartością współczynnika przy wyrazie kwadratowym funkcji regresji. Są one dla obydwu paliw odpowiednio równe:

- dla czasu zapłonu – 0,1039 dla paliwa F-34 i 0,0323 dla oleju napędowego IZ-40;
- dla czasu rozruchu – 0,1909 dla paliwa F-34 i 0,0527 dla oleju napędowego IZ-40.



Rys. 4. Zależności od ciśnienia otwarcia wtryskiwacza czasu rozruchu silnika AD4.236 zasilanego olejem napędowym IZ-40 i paliwem F-34
 The dependences of AD4.236 engine start-up time fed with IZ-40 diesel fuel or F-34 fuel on injector opening pressure

Znacznie większe wartości współczynnika przy wyrazie kwadratowym funkcji regresji w przypadku paliwa F-34 wskazują na większą czułość cech rozruchowych silnika dla paliwa o większej zdolności do parowania. Znacznie różnią się również wyznaczone na podstawie funkcji regresji optymalne dla warunków rozruchu wartości ciśnienia otwarcia wtryskiwacza (rozruch silnika zasilanego olejem napędowym był możliwy nawet przy wartościach ciśnienia otwarcia wtryskiwacza 40 MPa, natomiast w przypadku paliwa F-34 jedynie do wartości ciśnienia 30 MPa). Wynoszą one:

- dla czasu zapłonu – 18,0 MPa dla paliwa F-34 i 29 MPa dla oleju napędowego IZ-40;
- dla czasu rozruchu – 15,7 MPa dla paliwa F-34 i 18,7 MPa dla oleju napędowego IZ-40.

Uzyskane wyniki badań, zwłaszcza rozruchowych charakterystyk regulacyjnych, wskazują na znaczne możliwości sterowania procesem tworzenia mieszaniny paliwa i powietrza i jej zapłonu w warunkach rozruchu silników o zapłonie samoczynnym, a więc również wykazywanymi przez różne paliwa właściwościami zapłonowymi. Podjęto próbę takiego sterowania warunkami przebiegu procesów zapłonowych, aby te same badane paliwa – olej napędowy IZ-40 i paliwo F-34 – zapewniały na przemian korzystniejsze i gorsze właściwości rozruchowe silnika AD4.236. Na podstawie uzyskanych wyników badań jako podstawowy parametr umożliwiający takie zmiany wybrano ciśnienie otwarcia wtryskiwacza. Ustalono jego dwie wartości:

- 16,0 MPa – jako optymalną dla powstania zapłonu paliwa F-34;
- 32,0 MPa – jako bardziej korzystną dla powstania zapłonu ON IZ-40.

Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tabeli 2 (t_{800} oznacza czas uzyskania przez silnik prędkości obrotowej wału korbowego około 800 obr/min).

Tabela 2. Wyniki badań rozruchowych silnika AD4.236 zasilanych paliwami IZ-40 i F-34 przy różnych wartościach ciśnienia otwarcia wtryskiwacza
 Table 2. The results of starting research of AD4.236 engine fed with IZ-40 and F-34 fuels by various injector opening pressure

T	Olej napędowy IZ-40			Paliwo F-34		
	t_z	t_r	t_{800}	t_z	t_r	t_{800}
°C	s	s	s	s	s	s
Ciśnienie otwarcia wtryskiwacza 16 MPa						
-12	9,7	15,3	17,7	7,4	12,0	16,1
Ciśnienie otwarcia wtryskiwacza 32 MPa						
-9	2,5	6,0	9,5	–	–	–
-6	2,1	3,3	8,0	11,4	21,4	30

Z przedstawionych w tabeli danych wynika, że przy ciśnieniu otwarcia wtryskiwacza równym 16 MPa paliwo F-34 zapewnia korzystniejsze właściwości rozruchowe silnika niż olej napędowy we wszystkich fazach trwania rozruchu. Można więc też stwierdzić, że wykazuje ono w tych warunkach lepsze właściwości zapłonowe. Przy zwiększonej do 32 MPa wartości ciśnienia relacje właściwości rozruchowych silnika przy zasilaniu obydwoma paliwami ulegają odwróceniu – w tych warunkach ulegają odwróceniu wykazywane właściwości samozapłonowe paliw. Przy zastosowaniu paliwa F-34 uruchomienie silnika nie było możliwe już w temperaturze -9°C , przy zasilaniu olejem napędowym IZ-40 uzyskano również rozruch silnika w temperaturze -12°C w czasie pracy rozrusznika równym 14,5 s.

5. Podsumowanie

Uzyskane wyniki badań pozwalają stwierdzić, że wykazywane w warunkach rozruchu silników przez paliwo właściwości samozapłonowe zależne są nie tylko od jego składu chemicznego, warunków tworzenia mieszaniny palnej lecz również od cech konstrukcyjnych i parametrów regulacyjnych układów silnika. W przypadku silnika 359 samochodu STAR 266 zastosowanie paliwa F-34 zamiast oleju napędowego IZ-40 spowodowało nieznaczne, ale zauważalne pogorszenie właściwości rozruchowych. W przypadku rozruchu naturalnego silnika UTD-20 bojowego wozu piechoty BWP-1 przy zastosowaniu paliwa F-34 uzyskano nawet mniejsze czasy rozruchu. Wynika stąd, że porównanie właściwości paliw, szczególnie podczas rozruchu, powinno być dokonywane przy uwzględnieniu cech silnika, do którego zasilania są one stosowane.

Dla silnika AD4.236 w przypadku stosowania paliwa F-34 optymalna dla rozruchu silnika wartość ciśnienia otwarcia wtryskiwacza jest znacznie mniejsza niż w przypadku stosowania oleju napędowego, zarówno dla czasu zapłonu jak i rozruchu silnika. Wynika to z jego mniejszej lepkości i łatwości parowania w stosunku do cech oleju napędowego IZ-40. Dzięki zastosowaniu znacznych zmian wartości ciśnienia otwarcia wtryskiwacza uzyskano, przy zasilaniu silnika badanymi rodzajami paliwa, odwrócenie relacji właściwości rozruchowych silnika i związane z tym – odwrócenie relacji właściwości samozapłonowych wykazywanych przez paliwa.

Bibliografia:

- [1]. Norma BN-74/1345-09 – Silniki o zapłonie samoczynnym. Określenie granicznej temperatury rozruchu.
- [2]. Ryan III T. W.: Correlation of Physical and Chemical Ignition Delay to Cetane Number. SAE Transactions, 1985, No 85 2103.
- [3] Sprawozdanie końcowe z pracy badawczej pt. Opracowanie koncepcji wdrożenia jednolitego paliwa do lotniczych silników turbinowych i silników wysokoprężnych, WAT, Warszawa, 2001.