

Prof. tyt. dr hab. inż. Andrzej PIĘTAK
em. prof. zw. UWM

Pajuny 7.09.2019

RECENZJA

rozprawy doktorskiej
ppłk mgr inż. Michała WILKA

„Badania wpływu dodatku biopaliw na pracę silnika pojazdu wojskowego w stanach ustalonych i nieustalonych” .

1. Uwagi o sformułowanym zadaniu.

Od kilkudziesięciu lat na świecie, w związku z pogłębiającym się kryzysem klimatycznym, postępuje proces znacznego zaostrzenia przepisów dotyczących ochrony środowiska, prowadzący do istotnego obniżenia dotychczasowych limitów substancji toksycznych i zużycia paliwa (a właściwie z obniżeniem ilości emitowanego CO₂). Działanie to w znacznym stopniu dotyka techniki motoryzacyjnej (obecnie eksploatuje się ok. 750 milionów pojazdów samochodowych, a średnio corocznie przybywa ok. 60 mln. nowych), która jest jednym z głównych uznanych "trucielei" środowiska, szczególnie w krajach o wysokim stopniu zurbanizowania. Dla sprostania nowym, nadzwyczaj surowym normom emisji, nie wystarczają już proste środki. Konieczne są kompleksowe działania obejmujące optymalizację procesu spalania paliwa (w tym paliw odnawialnych i alternatywnych) w silniku, poprzez doskonalenie konstrukcji, wprowadzenie systemów ograniczających powstawanie związków toksycznych, stosowanie wysokoefektywnych układów katalitycznego oczyszczania spalin ze związków niepożądanych.

Pojazdy silnikowe mają tę szczególną cechę, że napędzane są jak dotąd silnikami spalinowymi, w których paliwo spalane jest w drodze reakcji chemicznej odpowiedzialnej za wydzielanie ciepła, a produktami spalania jest głównie dwutlenek węgla, odpowiedzialny za ów efekt cieplarniany. Jedyną alternatywą jest stosowanie innego napędu środków transportu, np. napędu elektrycznego, wymagającego sprawnych i nieemisyjnych źródeł prądu.

Efekty prowadzące do zwiększenia sprawności silnika (zmniejszenia zużycia paliwa) oraz poprawy jego własności ekologicznych uzyskuje się także dzięki poprawie ich funkcjonowania i poprzez stałą kontrolę wybranych układów silnika. Stało się to możliwe dzięki wszechstronnym badaniom z zastosowaniem komputerowych technik symulacji poszczególnych układów pojazdów norma EOBD (od 1.04.2001 w Polsce) i

OBDII USA od 1996r. nakładająca na producentów obowiązek tworzenia i instalowania w nowych samochodach pokładowych systemów diagnostycznych zorientowanych na układy i urządzenia wpływające na emisję szkodliwych składników spalin. Dzięki temu systemowi obligatoryjnym stał się pomiar i ciągle monitorowanie podstawowych parametrów układu napędowego, w tym wszystkich emisyjnie krytycznych. Ważną cechą systemu EOBD jest ocena elementów silnika szczególnie silnie wpływających na emisję szkodliwych składników spalin. Według tej normy współczesny samochód musi spełniać siedem typów próby homologacyjnej przewidzianej Dyrektywą 98/69 EC (wprowadzającej EOBD), w której technologia pomiaru parametrów pojazdu realizowana jest na hamowni podwoziowej wg testu NEDC (dla 4 typów próby). Dla silników o ZS (w zastosowaniach inne niż napęd PC) przewiduje się testy wielofazowe (coraz bardziej” dynamiczne” z dopuszczalnymi ilościami związków toksycznych. Niebagatelną rolę odgrywa to ograniczenie dotyczące dopuszczalnej emisji PM (Particulate Matter) – cząstek stałych poprzez stosowanie tzw. DPF.

W świetle prezentowanych tu uwag o tendencjach w zakresie badań i homologacji pojazdów uważam za wszech miar celowe podjęcie tematu dotyczącego takich działań, które wsparłyby prace nad zmniejszeniem zużycia paliwa i ograniczeniem toksycznych składników spalin. Najważniejsze zaś są te prace, które poprzez właściwe oprogramowanie i oprzyrządowanie pozwoliłyby na takie sterowanie skomplikowanymi procesami zachodzącymi w tłokowym silniku spalinowym, w jeszcze bardziej skomplikowanych warunkach obciążeń i w obecności różnego rodzaju zakłóceń, aby można było spełnić ograniczenia nie tylko obecnie obowiązujących norm w zakresie ekologii, ale także tych znacznie ostrzejszych przewidywanych w przyszłości.

Przedstawioną mi do recenzji pracę uważam zatem za istotnie wspierającą działania innych ośrodków (i to chyba nie tylko w kraju), a dociekania analityczne Autora w dziedzinie badań silników zasilanych paliwami innymi niż tradycyjne przy uwzględnieniu bogatego i wszechstronnego eksperymentu na rzeczywistym obiekcie, przy użyciu nowoczesnej techniki i technologii badawczej (szczególnie w testach dynamicznych) uważam za bardzo interesujące, głównie ze względu na ich aplikacyjny charakter.

2. Charakterystyka pracy

Opiniowana praca składa się z 7 rozdziałów i spisu literatury. Treść pracy zamieszczona jest na 181 stronach. Wykaz literatury obejmuje 127 pozycji. Pierwszy rozdział dotyczy opisów współczesnych silników o ZS i paliw stosowanych do ich zasilania oraz warunków ich pracy podczas eksploatacji. Rozdział drugi to cel, teza i zakres pracy. Rozdział trzeci to opis stanowiska badawczego i metodyki stosowanych badań. Rozdział czwarty, piąty i szósty to opisy wyników badań silnika o ZS zasilanego paliwem F-34 z dodatkiem biokomponentu w postaci estru metylowego. Zdaniem recenzenta te rozdziały mogą być połączone bez znacznego uszczerbku dla jej

przejrzystości, a rysunki i wykresy umieszczone na blisko 50 stronach mogły by stanowić załącznik do pracy. Rozdział 7 zawiera wnioski i podsumowanie pracy.

3. Ogólna ocena pracy

Jak wspomniałem w uwagach o sformułowanym zadaniu, Doktorant podjął się bardzo ważnego i niezmiernie skomplikowanego zadania.

Praca składa się w zasadzie z dwu części. Każda z nich wnosi istotne wartości w dziedzinie aplikacyjnych zastosowań. Część pierwsza przedstawia opis paliwa F-34 i biokomponentów metylowych w zamyśle mających poprawić parametry silnika i skład spalin. W opisie paliwa F-34 Autor w tab.1.1 podaje jego charakterystykę. Na szczególną uwagę zasługuje, moim zdaniem, duża zawartość siarki w tym paliwie, na poziomie znacznie przekraczającym normy europejskie. Z tego powodu paliwo to nie powinno być dopuszczone do użytkowania. Myślę, że jego wprowadzenie do użytkowania w WP, jest wynikiem używania przez decydentów zasady "lepsze bo amerykańskie". Nie sądzę, że w dobie ciągłych zmian w zakresie organizacji logistyki w WP ułatwiało to zaspokojenie potrzeb jednostek w paliwo, a okresie „W” doprowadzić może do kompletnego chaosu. Przywołując tragiczną dla nas wojnę 1939 roku, może dojść do sytuacji jak wówczas, gdy po dwu dniach działań jednostki zostaną pozbawione paliwa, przy dostatku ON w gospodarce narodowej.

Część druga pracy to badania eksperymentalne. Dotyczą one badań w warunkach symulujących rzeczywistą eksploatację w postaci unormowanych testów europejskich na hamowni silnikowej. Bogaty, dobrze przygotowany, przeprowadzony i oprzyrządowany eksperyment to zdaniem recenzenta najcenniejsza część recenzowanej dysertacji. Dążenie Autora do zapewnienia wysokiej dokładności pomiarów, oraz do uczynienia prezentowanej metody jako w miarę uniwersalnej poprzez jej weryfikację w warunkach hamowni silnikowej zasługuje na uznanie. Oczywiście prowadzone badania na takim hamulcu jak prezentowany w pracy (Schenck 230) i na jednym egzemplarzu silnika nie wystarczą na sformułowanie ogólnych wniosków o stosowaniu biododatku do opisywanego paliwa, mogą jednak wyznaczyć kierunek dalszych badań.

4. Uwagi szczegółowe i zapytania

Recenzowana praca ma charakter wybitnie eksperymentalny i tam leży jądro naukowe dysertacji. Tu zastosowanie ma znane powiedzenie: „Non argumentum contra experimentum”. Tym niemniej nasuwają się recenzentowi pewne spostrzeżenia, które mają charakter dyskusyjny i spodziewam się odpowiedzi podczas publicznej obrony:

1. W opisanych w cz.1 warunkach ustalonych i nieustalonych Autor przytacza równanie 3.1 ze znakiem (-); powinien on być zastąpiony znakiem (+/-). Tak zapisany znak obejmuje zarówno akcelerację (rozpędzanie) jak i decelację (hamowanie) silnika na skutek oporów własnych i oporów ruchu aż do

napędzania silnika włącznie. Stąd też Autor słusznie zauważa, że jego cykl nieustalony w badaniach na hamowni silnikowej wykonywany w dużych interwałach czasowych, pozbawionych momentu rozpędzania (istotnego dla dymienia i PM) i gwałtownego hamowania. Zatem wyniki badań w tak zdefiniowanych stanach nieustalonych uważam za dyskusyjne i być może przydatne do celów badań trwałościowych silnika i jego układów. Zresztą ten fragment pracy uważam za najslabiej opracowany, mimo że Autor mógł znaleźć bogatą literaturę tego zagadnienia zarówno w pracach realizowanych w WAT jak i w ITWL.

2. Badania silnika zasilanego paliwem F-34 z dodatkiem bioetanolu (choć cząstkowe) mają szczególny sens podkreślający moją tezę o niedoskonałości paliwa F-34 dla pojazdów wojskowych zaopatrzonych w nowoczesne silniki. Być może istnieje możliwość poprawy użyteczności takiej mieszaniny z etanolem poprzez dodanie nanocząstek n.p. krzemu lub srebra.

5. Uwagi o charakterze redakcyjnym

Praca napisana jest jasnym, czytelnym tekstem. Zawiera trochę literówek, które nie pomniejszają jej wartości. Materiał graficzny dobrze opracowany. Rysunki i wykresy dobrze skomponowane i jasne. Literatura obfita, lecz nieporządkowana. Obok publikacji potocznych zauważa się brak publikacji istotnych dla przejrzystości pracy. Uwagi redakcyjne mniejszej wagi przedstawiłem Autorowi z myślą o ich uwzględnieniu przy ewentualnych publikacjach opisującej wyniki prezentowanej pracy.

6. Końcowa ocena pracy.

Uwagi przedstawione w recenzji mają w większości charakter dyskusyjny. Praca w części napisana jest językiem sprawozdawczym (o ile można to tak określić), przy nieco mniejszej uwadze związanej z fizyczną interpretacją zjawisk. Na uwagi o charakterze dyskusyjnym spodziewam się odpowiedzi podczas publicznej obrony. Nie umniejszają one w najmniejszym stopniu wysokiej oceny merytorycznej rozprawy doktorskiej. Przedstawione przez Autora opracowanie świadczy, że wykazał się on dobrą znajomością problematyki badawczej realizowanej w pracy oraz rzetelną wiedzą o badaniach silników. Stosowane przez Autora narzędzia badawcze są stosunkowo nowoczesne i adekwatne do rozważanej problematyki. W szczególności warto podkreślić następujące walory merytoryczne pracy:

- Wykonanie bardzo nowoczesnego skomputeryzowanego, trudnego eksperymentu badawczego.
- Wykonanie analizy wyników badań silnika o ZS zasilanego paliwem F-34 z dodatkiem estrów metylowych i etylowych.

Biorąc pod uwagę zakres prac badawczych, które umożliwiły opracowanie recenzowanej rozprawy doktorskiej, oryginalność rozwiązania istotnego zadania naukowego, a tym samym fakt potwierdzenia umiejętności samodzielnej pracy naukowej uważam, że przedłożona rozprawa może służyć za podstawę do rozpatrzenia wniosku o nadanie Kandydatowi stopnia doktora nauk technicznych. Wobec spełnienia wszystkich wymogów Ustawy o Stopniach i Tytule Naukowym z dnia 12 września 1999 r. składam wniosek o dopuszczenie ppłk mgr inż. Michała WILKA do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.