

## RECENZJA

### Rozprawy doktorskiej *mgr inż. Marcina Krzysztofa Wojsa* Pt. „Wpływ estrów oleju lniankowego na proces spalania w silniku o zapłonie samoczynnym”

Wykonana na zlecenie Rady Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych  
Politechniki Warszawskiej z dnia 29 czerwca 2016 r.

#### 1. Tematyka, problemy naukowe podjęte w rozprawie, ich oryginalność oraz znaczenie dla nauki i praktyki

Przedstawiona do recenzji praca, napisana została pod kierunkiem dr hab. inż. Piotra Orlińskiego, na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej. Promotorem pomocniczym był doc. dr inż. Maciej Tułodziecki.

Rozprawa składa się z dziewięciu rozdziałów oraz czterech załączników; załączono także wykaz ważniejszych oznaczeń oraz wykaz ważniejszych skrótów. W całości zawarto ją na 169 stronach. W bibliografii, autor przedstawił 93 trafnie dobrane pozycje literaturowe.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr inż. Marcina Wojsa, należy do prac z zakresu eksploatacji tłokowych silników spalinowych. Autor podjął w niej problematykę związaną z procesem spalania paliw pochodzenia roślinnego, zawierającego estry metylowe oleju lniankowego oraz jego mieszaniny objętościowe z olejem napędowym.

Doktorant przeprowadził badania, w wyniku których można uzyskać bardziej dokładne od istniejących obecnie, zmodyfikowane modele opisujące zjawiska związane z procesem spalania w silniku tłokowym. Dokonał analizy wydzielania się ciepła dla proponowanego paliwa alternatywnego, z uwzględnieniem zmienionego procesu spalania oraz uwzględniającego fazę dopalania paliwa. Tematyka związana z pracami nad nowymi paliwami, wydaje się istotna chociażby z punktu widzenia braku ekonomicznej stabilizacji cen oleju napędowego. Nieprzewidywalność polityczno-ekonomiczna świata w obecnej dobie globalizacji, a także powiązania różnorodnych rynków, ale także coraz ostrzejsze normy środowiskowe powodują, że badania poruszone przez doktoranta są jak najbardziej uzasadnione. Doktorant zaproponował przeprowadzenie badań zarówno teoretycznych jak też potwierdzenie ich na drodze doświadczalnej.

Autor w rozdziale pierwszym zaakcentował problematykę i potrzebę zajęcia się problemem, oraz zaprezentował bardzo skróconą strukturę pracy wraz z głównymi wynikami przeprowadzonych badań.

Kolejny, drugi rozdział poświęcony jest ogólnej charakterystyce istniejących paliw roślinnych, które są lub mogą być stosowane do zasilania silników. Przedstawiono tu tendencje rozwojowe paliw odnawialnych, ich podział, technologię otrzymywania oraz sposoby konwersji na paliwa nadające się do ich zastosowania w silnikach spalinowych. Dodatkowo opisano estry metylowe oleju lniankowego, czyli potencjalne paliwo będące głównym zainteresowaniem doktoranta w prowadzonych badaniach.

Rozdział trzeci opisuje mechanizm procesu spalania w silnikach o zapłonie samoczynnym. Kończy się on konkluzją dotyczącą problemów związanych z modelowaniem wydzielania się ciepła, którą autor częściowo chce rozwiązać w swoich dalszych rozważaniach naukowych.

Kolejny, czwarty rozdział to jasno i trafnie określone rozpatrywane zagadnienie naukowe w postaci tezy rozprawy doktorskiej. Autor jasno sformułował cel i zakres pracy. Jednocześnie wskazuje na teoretyczny i empiryczny charakter pracy.

W rozdziale piątym autor opisuje znane z literatury zagadnienia dotyczące modelowania i teoretycznych rozważań dotyczących procesu spalania w silnikach o zapłonie samoczynnym. Doktorant trafnie nawiązuje do występowania zmian przebiegu wydzielania ciepła w zależności od rodzaju stosowanych paliw pochodzenia roślinnego oraz uzależnia to od faz procesu spalania. Nawiązuje w ten sposób do prawdopodobieństwa wystąpienia podobnych zależności (z niezbędnymi korektami znanych równań) w późniejszych swoich badaniach.

W dalszych rozważaniach (w rozdziale szóstym), doktorant opisał stanowisko badawcze służące do wykonania badań eksperymentalnych. W celu pominięcia ewentualnych błędów w analizie wyciąganych wniosków, autor dokonał dodatkowo oceny własności fizykochemicznych badanego paliwa w kierunku występowania w nim zawartości estrów kwasów tłuszczowych. W rezultacie, przedstawiono plan realizacji zakresu badań empirycznych, które szczegółowo opisano w rozdziale siódmym.

Doktorant zwrócił istotną w procesie badawczym uwagę, że eksperyment pomiarowy dokonywany był w jednakowych warunkach odniesienia dotyczących pracy silnika.

Istotnym z punktu widzenia naukowego jest rozdział ósmy, w którym autor dokonał analizy wyników badań empirycznych. Z punktu widzenia diagnostycznego, ciekawym byłoby przeprowadzenie analiz przebiegów również dla ok. 80-85% obciążenia silnika, czyli takiego jakie występuje w warunkach optymalnej jego pracy eksploatacyjnej. Autor zaznaczył jednak,

że badany silnik stosowany m.in. w ciągnikach rolniczych czy agregatach prądotwórczych, pracuje w zakresie obciążeń równych ok. 50%. Wyjaśnił tym samym dobrane w eksperymencie wielkości pomiarowe. Ciekawe wydają się wnioski dotyczące porównania faz procesu spalania dla paliwa bazowego i badanego (alternatywnego). Trafne wnioski doktoranta potwierdzają jego dojrzałość naukową do samodzielnego prowadzenia badań. Wykazał ponadto umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników.

Bardzo pozytywne wrażenie robi zakres podjętych przez doktoranta prac doświadczalnych.

Zauważyć można duże zaangażowanie doktoranta oraz wiedzę i umiejętności praktyczne w rozważaniu rozpatrywanych problemów.

## **2. Ocena źródeł i stanu wiedzy w obszarze związanym z tematyką pracy**

Autor dokonał prawidłowego przeglądu literatury, dokonał odpowiedniej oceny źródeł obszaru związanego z tematyką pracy (w tym literatury światowej). W pracy oparto się o 93 pozycje literaturowe (ostatnie z 2015 roku). Określono w sposób poprawny stan wiedzy dotyczący możliwego zastosowania przeprowadzonych badań w przemyśle, co świadczy o dostatecznej wiedzy autora na podejmowany temat. W sposób jasny i przekonujący sformułowano wnioski dotyczące zastosowanych źródeł literaturowych. Doktorant wykazał się jednocześnie oryginalnością w ocenie swoich badań w stosunku do istniejących w rozpatrywanej dziedzinie. Jednocześnie wykazał prawidłowy dobór technik badawczych.

## **3. Uwagi merytoryczne i edytorskie**

Praca, według mojej opinii, nie zawiera istotnych uwag merytorycznych. Bardziej dotyczą one pewnych ogólnych zagadnień edytorskich lub elementów, które doktorant może uwzględnić w swojej przyszłej pracy naukowej.

Pomimo tego, że autor wykazał się dużą starannością edytorską pracy, to nie uniknął błędów, które zresztą nie wpływają w znaczącym stopniu na jej treść merytoryczną.

**Dotyczy całej pracy:** dobrze byłoby ujednotwić nazewnictwo zarówno w tekście jak też na podpisach rysunków dotyczących przebiegu procesu spalania. Autor czasem stosuje nazwę: „*stopień obrotu wału korbowego*” a innym razem „*kąt obrotu wału korbowego*”.

**Str. 19** – opis etapów procesu spalania opisany w tekście jest inaczej oznaczany niż to przedstawiono na rys. 3.1.

Brak w wykazie niektórych stosowanych oznaczeń – np.: przedziału czasu  $\tau$  oraz czynnik samoprzyspieszenia reakcji przedpłomieniowych oznaczony w tekście jako  $\phi$ ; podobnie współczynniki B i G do obliczeń czasu opóźnienia samozapłonu oraz A – jako średni czas wzrostu ciśnienia czynnika roboczego w komorze spalania i in.

**Rys. 3.2** – bardziej poprawnie byłoby napisać ... „Zależność szybkości ... od kąta wyprzedzenia wtrysku...” a nie czasu wtrysku paliwa (zresztą tak opisano os – jako  $\alpha$ ).

**Str. 33** – drobny błąd natury językowej - napisano: wyniki ciśnienia  $\frac{dp}{d\alpha}$ , a bardziej prawidłowo byłoby przyrost ciśnienia w stosunku do zmiany (przyrostu) kąta OWK.

**Str. 39** w Tabeli 6.5 – bardziej poprawnie byłoby: kąt wyprzedzenia wtrysku paliwa a nie kąt wtrysku paliwa (zresztą później, w tekście stosowano prawidłowe nazewnictwo). Podobnie, ciśnienie otwarcia wtryskiwacza a nie ciśnienie wtrysku.

**Str. 41** – autor pisze: „*silnik ...został fabrycznie wyposażony ...oraz rzadko spotykany układ dwóch sterowników. Pierwszy odpowiada za nadzorowanie pracy silnika, natomiast drugi umieszczony na promieniowej rozdzielaczowej pompie wtryskowej Bosh VP 29/30*”. (ale co to za sterownik ? niedokończone zdanie). Podobnie ostatnie zdanie (przed rys. 6.4) jest nieprecyzyjne i niezrozumiałe.

Często występują tzw. żargonowe błędy językowe np.: stacyjka (sterująca ?), kontrolki diagnostyczne itp. Nie wpływa to jednak na wartość merytoryczną pracy, ale warto je wyeliminować w późniejszej pracy szczególnie dydaktycznej.

**Tabela 6.6** – nie bardzo zrozumiały jest opis: Pompa zasilająca – napędzana elektrycznie, wbudowana w głowicę filtra paliwa ?

Brak opisanego na str. 42 rys. 6.10. Rozdział kończy się na rys. 6.7.

**Str. 46** – nie jasno opisano jaki czujnik położenia kąтового był zastosowany (indukcyjny czy optyczny ?) – w pewnych rodzajach badań rzeczywistych ma to znaczenie.

**Str. 51** – bardziej poprawnie (bezpieczniej): ...za pomocą czujnika piezoelektrycznego niż piezokwarcowego (raczej rzadko stosuje się obecnie kwarc naturalny).

#### 4. Ocena strony redakcyjnej

Praca wydana bardzo starannie. Nie budzi żadnych zastrzeżeń pod względem redakcyjnym.

#### 5. Wnioski końcowe

W świetle wszystkich przytoczonych argumentów, stwierdzam, że przedstawiona do recenzji praca doktorska mgr inż. Marcina Krzysztofa Wojsa pt. „Wpływ estrów oleju lniankowego na proces spalania w silniku o zapłonie samoczynnym” jest rozwiązaniem zaprezentowanego w niej zagadnienia

naukowego i spełnia (zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami Dz. Ustaw nr 65, poz. 595) wymagania stawiane pracom doktorskim. **Stawiam zatem wniosek o dopuszczenie doktoranta do dalszych etapów procedury przewodu doktorskiego.**

*Artur Bejger*