

dr hab. inż. Paweł Drożdziel, prof. PL  
Instytut Transportu,  
Silników Spalinowych i Ekologii  
Wydział Mechaniczny  
Politechnika Lubelska  
ul. Nadbystrzycka 36  
20- 618 Lublin  
p.drozdziel@pollub.pl

Lublin, 24.06.2019 r.

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Jerzego Kalwasa pt.:

*„Ocena wpływu starzenia paliw silnikowych na ich własności użytkowe”*

### 1. Wprowadzenie

Recenzję rozprawy doktorskiej wykonano na zlecenie dra hab. inż. Piotra Folegi, prof. PŚ Dziekana Wydziału Transportu Politechniki Śląskiej z dnia 14.06.2019 roku, pismo znak RTO/941/2018/2019.

### 2. Charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pana mgra inż. Jerzego Kalwasa pt.: *„Ocena wpływu starzenia paliw silnikowych na ich własności użytkowe”* liczy 135 strony tekstu. W skład rozprawy wchodzi: wprowadzenie, 6 rozdziałów merytorycznych, podsumowanie wraz z wnioskami, spis literatury, trzy załączniki, spis rysunków i tabel, oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. W mojej ocenie, w doktoracie brak jest wykazu stosowanych (i to dość często) przez Doktoranta skrótów i oznaczeń, co poprawiłoby znacznie czytelność dokumentu.

Wykaz cytowanej w rozprawie literatury, zawiera tylko 84 pozycji, w tym: 3 zagraniczne i 3 krajowe monografie naukowe, 21 publikacji z czasopism i konferencji zagranicznych oraz 24 publikacji z czasopism i konferencji krajowych. Przywołano także 4 akty prawne, 3 źródła informacji z Internetu oraz 26 norm i patentów. Należy w tym miejscu zauważyć, że tylko 15 cytowanych publikacji zostało wydanych po 2014 roku. Sposób opracowania bibliografii charakteryzuje się niewielką niestarannością. I tak, nie wiemy skąd zaczerpnięto pozycję [6] (chyba z Internetu?), dla pozycji [63] nie podano nr stron, w przypadku pozycji [80] nie podano roku publikacji. Pomimo opisanych powyżej uwag można stwierdzić, że Autor dokładnie prześledził zagraniczne i krajowe publikacje z zakresu zastosowania metod oceny jakości paliw płynnych stosowanych do zasilania silników spalinowych w środkach transportu.



Recenzowana rozprawa doktorska zawiera 52 rysunki, 21 tabel oraz 5 wzorów. Uwagi krytyczne związane z rysunkami, tabelami oraz wzorami przedstawiono w dalszej części recenzji.

## **2.1. Wybór tematu i zakres pracy**

Doktorant w swojej rozprawie doktorskiej trafnie odnotował, że istnieje konieczność opracowania nowej, szybkiej oraz bezpiecznej metody oceny jakości paliw płynnych, pochodzących z przeróbki ropy naftowej oraz zawierających biokomponenty, magazynowanych długoterminowo. Właściwości fizyko-chemiczne tych paliw, pod wpływem zachodzących w nich reakcji podczas długotrwałego przechowywania, ulegają systematycznemu pogarszaniu się. Powoduje to spadek ich cech użytkowych oraz może prowadzić do wielu negatywnych następstw (np.: wzrost emisji składników toksycznych spalin, zwiększenie awaryjności wybranych układów pojazdów, podniesienie się kosztów przewozu itd.) podczas eksploatacji silników spalinowych.

Nowy sposób kontroli jakości paliw płynnych oparty na analizie zmian widma transmisyjnego jest więc istotny nie tylko z punktu widzenia użytkowników środków transportu, ale także ze względu na bezpieczeństwo energetyczne państwa. Dlatego też Autor rozprawy zainteresował się problematyką monitorowania jakości paliw płynnych przechowywanych długoterminowo w warunkach rzeczywistych.

Doktorant przeprowadził przegląd literaturowy dla obowiązujących norm dotyczących wymagań oraz procedur pomiarowych związanych z kontrolą jakości paliw. Na jego podstawie zwrócił uwagę, że występuje brak metod ich oceny wykorzystujących analizę widma światła przechodzącego przez badane paliwo. Następnie przygotował koncepcję i zbudował nowatorski system pomiarowy, który wykorzystał do oceny zmian wybranych właściwości paliw płynnych przechowywanych w rzeczywistych długotrwałych warunkach magazynowych. Na podstawie uzyskanych wyników analiz spektroskopowych zweryfikował zaproponowany system zdalnego monitoringu jakości paliwa.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że zarówno temat rozprawy jak i zakres dokonanych oraz opisanych przez Doktoranta w pracy badań laboratoryjnych zostały wybrane zasadnie, zgodnie z oczekiwaniami osób odpowiadających za dystrybucję paliw płynnych do odbiorców końcowych, jakim są użytkownicy środków transportu napędzanych silnikami spalinowymi.



2

## 2.2. Ogólna charakterystyka pracy

W rozdziale pierwszym pt. *Wprowadzenie* Autor rozprawy wyjaśnił, dlaczego podjął się opracowania nowej metody oceny wybranych cech jakościowych paliw płynnych stosowanych do zasilania silników spalinowych.

W kolejnym rozdziale pt. *Stan zagadnienia* Doktorant zaprezentował wybrane aspekty logistyczne oraz organizacyjno-prawne związane z magazynowaniem krajowych rezerw strategicznych paliw płynnych. W dalszej części tego rozdziału opisał bardzo dokładnie (co wymaga podkreślenia) wymagania jakościowe, aktualne oraz alternatywne metody kontroli jakości paliw przechowywanych długoterminowo. Pod koniec tego rozdziału przedstawił bardzo skrótowo wpływ stosowania paliw niespełniających norm na elementy układu zasilania oraz silnika spalinowego.

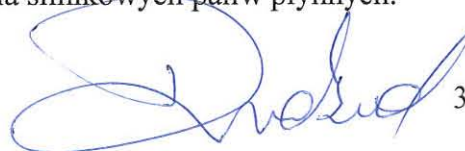
W trzecim rozdziale będącym *Podsumowaniem przeglądu literatury* Autor wskazał, dlaczego zajął się opracowaniem nowej metody oceny jakości paliw płynnych.

W rozdziale pt. *Cel, założenia i zakres pracy* Doktorant zaprezentował cel główny, naukowy oraz użyteczny pracy. W rozdziale tym wskazał, jakie problemy badawcze zostaną podjęte oraz schematycznie zaprezentował przebieg realizacji realizowanej rozprawy doktorskiej.

W rozdziale piątym pt. *Badania wstępne* Autor rozprawy opisał założenia opracowywanej metody kontroli jakości paliw płynnych wykorzystującej metodę spektrometryczną dla wybranych źródeł światła wraz z autorskim stanowiskiem laboratoryjnym. Badania wstępne opisane w tym rozdziale pozwoliły Autorowi na określenie tezy rozprawy, którą zaprezentował w kolejnym rozdziale.

W rozdziale siódmym pt. *Badania zasadnicze* Doktorant zaprezentował opatentowaną przez niego koncepcję sposobu ciągłego pomiaru procesu starzenia paliw ciekłych w warunkach rzeczywistych. W rozdziale tym Autor bardzo dokładnie zaprezentował zaprojektowany i wykonany wraz ze stosownym oprogramowaniem system pomiarowy wykorzystywany podczas badań spektrometrycznych oceny jakości paliw płynnych. Autor w dalszej części tego rozdziału zaprezentował uzyskane wyniki długotrwałych badań dla tych paliw z wykorzystaniem tego systemu. Pozyskane wyniki pomiarów zmian spektralnych ocenianych paliw zostały przez Doktoranta porównane z badaniami laboratoryjnymi dla próbek wybranych paliw, które zostały poddane procesowi przyspieszonego starzenia. Na podstawie tego porównania Autor rozprawy określił korelacje pomiędzy wartościami transmitancji a czasem starzenia paliw płynnych.

W ostatnim rozdziale pt. *Podsumowanie i wnioski*, Doktorant skrótowo streścił swoją rozprawę doktorską oraz opracowaną spektrometryczną metodę oceny stopnia zaawansowania zachodzących procesów starzeniowych dla silnikowych paliw płynnych.



3

### **2.3. Cele pracy i teza pracy**

Doktorant jako cel główny rozprawy przyjął *opracowanie nowego systemu kontroli jakości paliw płynnych magazynowanych długoterminowo*. Dodatkowo Autor w rozprawie określił cel naukowy pracy jako *określenie zależności pomiędzy stabilnością oksydacyjną paliwa magazynowanego długoterminowo a rejestrowanymi zmianami jego widma transmisyjnego*. Doktorant wyróżnił też cel użyteczny rozprawy, którym jest *opracowanie nowej metody pomiaru jakości paliw płynnych oraz zastosowanie tej metody dla oceny jakościowej pilotażowej partii wytypowanych paliw przechowywanych w warunkach przemysłowych*.

Autor przyjął następującą tezę rozprawy *Możliwe jest opracowanie systemu pomiarowego, który pozwoli na szybsze i bezpieczne wykrycie w warunkach nielaboratoryjnych zmian jakości paliw magazynowanych długoterminowo*.

W mojej ocenie, przedstawione w rozprawie cele: główny, naukowy i użyteczny oraz teza pracy zostały przez Doktoranta właściwie sformułowane. Należy dodatkowo stwierdzić, że postawione cele recenzowanej pracy doktorskiej zostały przez Autora zrealizowane, zaś postawiona teza udowodniona.

### **2.4. Metodyka i obiekt badań**

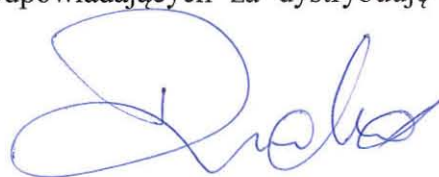
Obiektem długotrwałych (od stycznia 2015 do lipca 2017-co należy podkreślić) badań przeprowadzonych przez Doktoranta były paliwa płynne: olej napędowy ON oraz benzyna Pb 95. W ich trakcie, z wykorzystaniem Autorskiego systemu pomiarowego, oceniano zmiany widma transmitancji w badanych paliwach.

Przeprowadzone przez Autora rozprawy badania laboratoryjne dla próbek wybranych paliw poddanych procesowi przyspieszonego starzenia miały na celu określenie związków pomiędzy wartościami transmitancji a czasem starzenia się paliw płynnych.

Uważam, że zakres i plan badań zostały właściwie przygotowane i zrealizowane.

### **2.5. Oryginalność pracy**

Oryginalną własnością recenzowanej rozprawy doktorskiej jest opracowanie nowatorskiego systemu pomiarowego opartego o analizy spektralne paliw, który pozwala na ocenę zmian wybranych właściwości paliw płynnych przechowywanych w rzeczywistych długotrwałych warunkach magazynowych. Jest to istotne nie tylko z naukowego, ale przede wszystkim z użytecznego punktu widzenia osób odpowiadających za dystrybuując paliw



płynnych do odbiorców końcowych, jakim są użytkownicy środków transportu napędzanych silnikami spalinowymi.

### 3. Uwagi krytyczne

#### 3.1. Uwagi o charakterze edycyjnym

Pierwszy zbiór uwag o charakterze edycyjnym dotyczy błędów językowych i stylistycznych występujących w recenzowanej rozprawie doktorskiej.

Dla przykładu: na stronie 5 w siódmym wierszu od góry czytamy *Procedura zwiększa też poziom ryzyka związanego z przebywaniem pracowników w strefie zagrożonej wybuchem*. Rodzi to pytanie, jaka procedura?


Z kolei na stronie 25 w pierwszym akapicie począwszy od linijki siódmej możemy przeczytać *Parametrem, który miał największy wpływ na pogorszenie jakości olejów była liczba kwasowa. Co przenosząc na warunki paliw płynnych znaczy, że biokomponenty zwiększają swój odczyn kwasowy, a to ma przełożenie na zwiększone zużycie elementów konstrukcyjnych zespołów napędowych [11]*. Proszę o rozwinięcie tej myśli przez Doktoranta. Taka sama prośba związana jest z pierwszym zdaniem na stronie 26 o treści *W wyniku przemiany materii mikroorganizmów powstają substancje sprzyjające powstawaniu korozji i to jest największym zagrożeniem spowodowanym przez mikroorganizmy*.

Ponadto, na stronie 35 występuje zdanie *Jest to parametr określany dla olejów napędowych* oraz zdanie *Problem stanowi niespełnienie tego parametru*. Jak można nie spełnić jakiegoś parametru?

Z kolei na stronie 53 Autor odwołuje się do załącznika 4, którego nie ma. Moim zdaniem powinien być to załącznik nr 3.

Natomiast na końcu strony 54 w ostatnim zdaniu czytamy *W związku z powyższym mimo niepodważalnych zalet (prostota obsługi, łatwość uzyskania danych) ten kierunek postępowania został zatrzymany na korzyść użycia spektrometrów*. Proszę Doktoranta o rozwinięcie tego oraz następnego zdania ze strony 58 (7 linijka od dołu) *Korzyści wynikające z zastosowania wielu sond są bardzo duże*. Dotyczy to także zdania ze strony 99 *Rejestrowane zmiany spektralne (rozdział 7.4) wskazały, na zachodzące w badanych paliwach procesy starzeniowe, w tym utratę stabilności oksydacyjnej paliw*.

Na stronie 63 w czwartej linijce od dołu można przeczytać *Stosowanie innego rodzaju światłowodu może spowodować utratę warunków bezpiecznego użytkowania*. Proszę odpowiedzieć na pytanie, dlaczego?



5

Na stronie 104 w czwartej linii od dołu czytamy *Można zatem stwierdzić, że nowo opracowana metoda pomiaru jest bardziej dokładna w zakresie paliw starzonych, których stabilność jest określona na niskim poziomie.* Proszę Doktoranta o określenie co rozumie przez niski poziom.

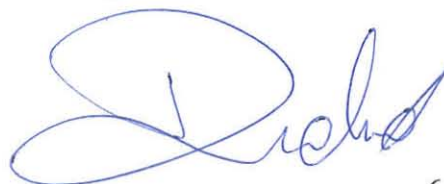
W tekście rozprawy występują błędy łamania tekstu. Dla przykładu tzw. „wiszące wiersze” można znaleźć na stronach 6, 14-16, 19, 36, 61, 65, 89 i 92. Zaś tzw. „wiszące litery” znajdują się na stronach: 55, 71, 73, 75, 78 i 82. Inne błędy językowe zostały zaznaczone w tekście ocenianej rozprawy.

W recenzowanej pracy doktorskiej można spotkać także błędy edycyjne związane z rysunkami i wykorzystywanymi w pracy wzorami. Pierwsza uwaga związana jest z rysunkiem 5.1 ze strony 41, którego opis znajduje się dopiero na stronie 43 i brzmi *Na podstawie wyników badań zaprezentowanych na rys. 5.1 i ich szczegółowej analizy uwzględniającej mechanizmy oddziaływania światła z próbkami można stwierdzić że:.....* W mojej opinii brak opisu fiolek z próbkami jest dużym błędem popełnionym przez Doktoranta. Proszę na publicznej obronie o właściwy komentarz do tego rysunku. Podobna uwaga dotyczy rysunku 5.11. Czytelnik nie jest w stanie określić stopnia degradacji próbek oleju.

Kolejna uwaga związana jest z brakiem opisu pozycji nr 2 przedstawionej na rysunku 5.3 ze strony 44. Z kolei na stronie 57 w opisie do rysunku 7.1 znajduje się określenie: *6-Rura iniekcyjna*, co jest oczywistym błędem.

Ponadto, na stronie 88 w pierwszym wierszu ostatniego akapitu jest napisane *Na kolejnych rysunkach 7.23-7.34 przedstawiono.....* Wg mnie powinno być na rysunkach 7.24-24. Następna uwaga dotyczy źle sformatowanego podpisu pod rysunkiem 7.35 na stronie 100. Z kolei na stronie 102 w punkcie 3 czytamy *Porównując rysunki 7.36 i 7.37 można.....* Wg mnie chodzi raczej o rysunki 7.35 i 7.36. W tym miejscu proszę Doktoranta o odpowiedź, co reprezentują na rysunkach 7.37-7.39 linie narysowane punktowo?

Kolejna moja uwaga dotyczy sposobu przedstawienia wzorów użytych w rozprawie. Wzór nr 1 ze strony 16 jest napisany czcionką prostą, pozostałe zaprezentowane w rozprawie wzory czcionką pochylą. Należy to ujednolicić. Ponadto opis niektórych z tych wzorów zaczyna się od słowa *Gdzie:* pisanego dużą literą, co jest błędem i wskazuje na pewną niestaranność edycyjną. Zauważyłem również, że w tekście rozprawy brak jest przecinków lub kropek. Z kolei dla niektórych parametrów nie podano także ich jednostek.



### 3.2. Uwagi o charakterze ogólnym

Pierwsza uwaga ogólna, to pytanie do Autora rozprawy. Co Autor rozumie przez układ napędowy pojazdu? Wg mnie elementy wymienione w rozdziale 2.4 nie stanowią tego układu.

Druga uwaga dotyczy użytego na stronie 63 w części pt. Stosowane typy światłowodów zdania o treści *Stosowanie innego rodzaju światłowodu może spowodować utratę warunków bezpiecznego użytkowania*. Proszę Doktoranta o rozwinięcie tego sformułowania.

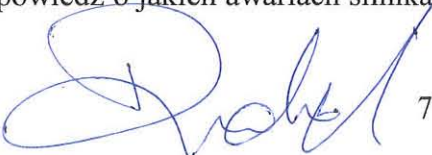
Trzecia uwaga o charakterze ogólnym związana jest z akapitem pierwszym na stronie 99 o treści *Wpływ procesów starzenia paliw silnikowych na ich właściwości użytkowe przejawia się m.in. zmianami strukturalnymi zachodzącymi w paliwach. W wyniku reakcji chemicznych utleniania w paliwach magazynowanych powstają osady żywicy i kwasy. Związki te podczas eksploatacji pojazdów są źródłem uszkodzeń elementów układu paliwowego, takich jak korozja uszczelnień, blokowanie przewodów paliwowych itp. Ponadto reakcje chemiczne zachodzące w paliwie magazynowanym długoterminowo i wytwarzające się osady powodują zmiany gęstości paliw, a to z kolei wpływa na ilość wstrzykiwanego do komory silnika paliwa, oraz na ilość energii uwalnianej w procesie spalania w tłoku. Najcięższe osady, które wydzielają się w paliwie (ze zbioru kilkudziesięciu rodzajów węglowodorów o różnych masach cząsteczkowych) łącząc się w większe konglomeraty mogą spowodować problemy mechaniczne w układzie napędowym. Wyjątkowo niebezpieczne jest wydzielanie się gęstych i ciężkich frakcji obniżających znacząco własności użytkowe paliw*.

Proszę Doktoranta o podanie definicji uszkodzeń elementów układu paliwowego? Ponadto, proszę o odpowiedź - co to jest ilość wstrzykiwanego do komory silnika paliwa oraz jak zachodzi proces spalania w tłoku? Proszę też o wyjaśnienie, jak osady wydzielające się w paliwie mogą spowodować problemy mechaniczne w układzie napędowym?

Ostatnia uwaga o charakterze ogólnym dotyczy pierwszego wniosku ze strony 109 w *długoterminowo magazynowanym paliwie dochodzi do złożonych procesów starzeniowych obniżających jego własności użytkowe*. W mojej opinii ten wniosek jest oczywisty.

### 4. Pytania do Autora pracy

1. Na stronie 29 w rozdziale 2.4. występuje zdanie *W niektórych przypadkach powstające osady prowadzą do wewnętrznej korozji i unieruchomienia igieł wtryskiwaczy, doprowadzając do awarii silnika [20-23]*. Proszę o odpowiedź o jakich awariach silnika jest mowa.



7

2. Drugie pytanie związane jest z przedstawionymi w rozprawie równaniami funkcji regresji z tabeli 7.12 oraz rysunków 7.37-7.39. Dlaczego Autor wybrał te funkcje do opisu zależności pomiędzy transmitancją a stabilizacją oksydacyjną oleju napędowego oraz zawartością żywic w benzynie?
3. Na stronie 97 występuje zdanie *Zatem nowoopracowana metoda ma zastosowanie wszędzie tam, gdzie stosowane są biokomponenty*. Proszę Autora o odpowiedź, dlaczego uważa, że ta metoda może być użyta tylko do oceny jakości do paliw płynnych zawierających biokomponenty?

### **5. Ocena rozprawy i wniosek końcowy**

Pomimo przedstawionych przeze mnie w punkcie 3 uwag krytycznych recenzowaną rozprawę doktorską Pana mgra inż. Jerzego Kalwasa oceniam pozytywnie. Doktorant wykazał się bardzo dobrą znajomością problematyki prowadzenia badań laboratoryjnych oraz eksperymentalnych.

Rozprawa doktorska mgra inż. Jerzego Kalwasa ma znaczenie aplikacyjne, a uzyskane wyniki mogą być wykorzystane w praktyce. Autor wykazał się bardzo dobrą znajomością literatury naukowej i technicznej oraz zrozumieniem problematyki odnoszącej się do przedmiotu badań. Biorąc pod uwagę całość pracy tj. jej wartość poznawczą i użyteczną oraz znaczący wkład własny uważam, że Doktorant rozwiązał ważny problem z zakresu dyscypliny naukowej **inżynieria lądowa i transport**.

Dlatego też stwierdzam, że rozprawa doktorska mgra inż. Jerzego Kalwasa pt.: „*Ocena wpływu starzenia paliw silnikowych na ich własności użytkowe*” spełnia wymogi obowiązujących przepisów w odniesieniu do prac doktorskich.

Wnioskuje, zatem o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.

