

Prof. dr hab. inż. Sławomir Luft
Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny
im. K. Pułaskiego
w Radomiu

Radom, dn. 17.11.2018r.

Recenzja

Osiągnięć naukowo-badawczych oraz dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i współpracy międzynarodowej dr inż. Dariusza Szpicy w postępowaniu habilitacyjnym.

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Pana prof. dr. hab. inż. Andrzeja Seweryna Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej (pismo WM-400.4140.7.2018) z dn. 12.10.2018r.

I. Recenzja osiągnięcia naukowego wskazanego przez pana dr. inż. Dariusza Szpicę pt.: „Zastosowanie metod pośrednich w badaniach funkcjonalnych niskociśnieniowych impulsowych wtryskiwaczy gazowych”.

I.1. Informacja ogólna

Kandydat swoje osiągnięcie naukowe pod wyżej wymienionym tytułem przedstawił w cyklu powiązanych tematycznie ośmiu artykułów naukowych:

- [0_1] **Szpica D.** Czaban J.(2014). Operational assessment of selected gasoline and LPG vapour injector dosage regularity. *Mechanika* 20(5): 480-488. **IF – 0,292.** (Szpica D.-udział – 50%)
- [0_2] **Szpica D.** (2016). Fuel dosage irregularity of LPG pulse vapor injectors at different stages of wear. *Mechanika* 22 (1): 44-50 **IF – 0,382.**
- [0_3] **Szpica D.** (2018) Research on the influence of LPG/CNG injector outlet nozzle diameter on uneven fuel dosage. *Transport* 33(1): 186-196. **IF – 1,008** (5-letni).
- [0_4] **Szpica D.** (2018) Validation of indirect methods used in the operational assessment of LPG vapor phase pulse injectors. *Measurement* 118: 253-261. **IF – 2,255** (5-letni).
- [0_5] **Szpica D.** (2017) Comparative analysis of low-pressure gas-phase injector's characteristics. *Flow Measurement and Instrumentation* 58: 74-86. **IF – 1,378** (5-letni).

- [0_6] **Szpica D.** (2016). The influence of selected adjustment parameters on the operation of LPG vapor phase pulse injectors. *Journal of Natural Gas Science and Engineering* 34: 1127-1136. **IF – 2,718.**
- [0_7] **Szpica D.** (2018). Investigating fuel dosage non- repeatability of low-pressure gas-phase injectors. *Flow Measurement and Instrumentation* 59: 147-156. **IF – 1,378** (5-letni).
- [0_8] **Szpica D.** (2018). The determination of the flow characteristics of a low-pressure vapor-phase injector with a dynamic method. *Flow Measurement and Instrumentation* 62: 44-55. **IF – 1,378** (5-letni).

Wszystkie wskazane przez Kandydata artykuły są jego pracami autorskimi opublikowanymi w recenzowanych czasopismach krajowych oraz zagranicznych. Tematyka osiągnięcia dotyczy układów wtryskowych zastępczych paliw gazowych stosowanych w tłokowych silnikach spalinowych o zapłonie iskrowym.

Należy podkreślić, iż wobec wyraźnie obserwowanej tendencji stosowania takich paliw jak LPG czy też CNG podjęcie próby opracowania metody poza-silnikowej (stanowiskowej) do oceny parametrów świadczących o jakości zasilania tymi paliwami jest zagadnieniem bardzo aktualnym. Ponadto działanie w tym zakresie wpisuje się także pozytywnie w obowiązujący trend zmierzający do obniżenia zawartości składników szkodliwych w spalinach tłokowych silników spalinowych.

Podjętą przez Kandydata tematykę badawczą uznaję za aktualną i bardzo przydatną w rozwiązywaniu praktycznych problemów wynikających z adaptacji tłokowych silników spalinowych do zasilania paliwami gazowymi (głównie LPG, CNG).

I.2 Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego u dr inż. Dariusza Szpicy pt.: „Zastosowanie metod pośrednich w badaniach funkcjonalnych niskociśnieniowych impulsowych wtryskiwaczy gazowych”.

Na przedstawione przez Kandydata osiągnięcie naukowe składają się wyszczególnione niżej zagadnienia

- 1) Opracowanie metody pośredniej do badania nierównomierności dawkowania wieloelementowych zespołów wtryskiwaczy gazowych. (opisana w artykułach 0_1, 0_2, 0_3).
- 2) Wykorzystanie metody pośredniej celem wyznaczenia parametrów charakterystycznych pracy wtryskiwaczy gazowych. (opisane w artykułach 0_4, 0_5, 0_6).
- 3) Zastosowanie metody pośredniej do wyznaczania niepowtarzalności dawkowania wtryskiwaczy gazowych. (opisane w artykułach 0_6, 0_7).
- 4) Adaptację pośredniej metody dynamicznej do wyznaczania charakterystyki przepływowej wtryskiwaczy gazowych. (opisane w artykułach 0_8).

W ramach zagadnienia 1 (pt. „Opracowanie metody pośredniej do badania nierównomierności dawkowania wieloelementowych zespołów wtryskiwaczy gazowych”), Kandydat opracował metodę badawczą wtryskiwaczy gazowych. Metoda ta wykorzystuje analizę przebiegu ciśnień w zbiornikach opróżnianym i napełnianym pomiędzy którymi zainstalowane są badane wtryskiwacze.

Należy podkreślić, że stanowisko to zostało zaprojektowane, wykonane i opatentowane przez autora. Wartym podkreślenia jest także fakt, iż stanowisko to umożliwia, przeprowadzenie badań wielu parametrów charakteryzujących pracę wtryskiwaczy m.in. nierównomierność dawkowania paliwa.

Jest to bardzo istotny parametr decydujący o procesie spalania w poszczególnych cylindrach silnikach. Ma to szczególne znaczenie z punktu widzenia sprawności silnika, ale przede wszystkim ze względu na skład spalin. Wybór zatem celu jakim jest sprawdzenie nierównomierności dawkowania wtryskiwaczy gazowych uważam jako bardzo uzasadniony.

Jak wykazują wyniki badań przedstawione w artykułach 0_1, 0_2, 0_3 stanowisko stało się przydatnym narzędziem do badań a w konsekwencji również możliwości wprowadzenia niezbędnych korekt regulacji wtryskiwaczy tak by uzyskać założoną, ograniczoną nierównomierność dawkowania.

Autor w ramach realizowania tegoż zagadnienia zbudował model matematyczny, zweryfikowany uzyskanymi wynikami badań stanowiskowych. Model ten pozwala na wyliczenie współczynnika nierównomierności dawkowania na podstawie rejestrowanych zmian ciśnienia w zbiorniku opróżnianym i zbiornikach napełnianych. Podsumowując opisane zagadnienie naukowe należy bardzo dobrze ocenić zaproponowaną metodę, ale także opracowane i wykonane stosunkowo proste ale bardzo funkcjonalne stanowisko badawcze. Należy podkreślić, że metoda ta do tej pory nie była stosowana do oceny parametrów pracy wtryskiwaczy gazowych.

Wartym podkreślenia jest także przydatność utylitarna stanowiska. Uważam, że z powodzeniem stanowisko to może być wykorzystane do diagnostycznych, służących poprawnej regulacji, badań warsztatowych. Wyniki takich badań zamieścił także Autor, pokazując różnice obserwowane przy badaniach wtryskiwaczy nowych, eksploatowanych i wycofanych z eksploatacji.

Przedstawione wyniki badań potwierdzają utylitarną możliwość wykorzystania stanowiska do badań wtryskiwaczy w szerokim zakresie prędkości obrotowych silnika.

Kandydat zaproponował także metodę poprawy (zmniejszenia) nierównomierności dawkowania poszczególnych wtryskiwaczy poprzez zmianę średnicy dyszy wtryskiwaczy (poprzez rozwieranie dyszy). Poparł tę metodę wynikami badań, które potwierdzają jej skuteczność. Rozwiązanie tego zagadnienia potwierdza przydatność utylitarną całości rozwiązań dotyczących nierównomierności dawkowania poszczególnych wtryskiwaczy przy wykorzystywaniu prezentowanego stanowiska badawczego.

Oceniając model wyliczania wydatku objętościowego na podstawie spadku ciśnienia w zbiorniku opróżnianym i wzrostu ciśnienia w zbiorniku napełnianym nasuwa się

krytyczna uwaga dotycząca przyjęcia stałej wartości temperatury w zbiorniku opróżnianym i zbiorniku napełnianym. Jest rzeczą oczywistą, że wraz ze spadkiem ciśnienia czynnika w tym pierwszym spada także temperatura tegoż czynnika. Podobnie wzrostowi ciśnienia w zbiorniku napełnionym towarzyszy wzrost temperatury czynnika sprężanego. To przyjęte założenie upraszczające wprowadza z całą pewnością pewien błąd w ocenie wydatków i nierównomierności dawkowania poszczególnych wtryskiwaczy. Należy jednak zgodzić się z Kandydatem, iż błąd ten jest niewielki z tytułu niewielkich wartości ciśnień panujących w zbiornikach a zatem niewielkich spadków wzrostów ciśnienia i temperatury w zbiornikach.

W rozwiązywaniu zagadnienia 2 (pt. „Wykorzystanie metody pośredniej celem wyznaczenia parametrów charakterystycznych pracy wtryskiwaczy gazowych”), autor skupił się na wykorzystaniu innej metody badań pośrednich do oceny parametrów charakterystycznych pracy wtryskiwaczy. Opracował i wykonał stanowisko (przedstawione w artykułach 0_4) którego podstawowa idea opierała się na pomiarze ciśnienia dynamicznego czynnika wypływającego z dyszy wtryskiwacza.

Rejestrowany przebieg zmian tego parametru posłużył Kandydatowi do wyznaczenia takich parametrów pracy wtryskiwacza jak: moment otwarcia i zamknięcia wtryskiwacza a także pośrednio do oceny czasoprzekroju otwarcia wtryskiwacza.

Metoda pozwoliła także na ustalenie korelacji pomiędzy parametrami prądu sterującego otwarciem i zamknięciem wtryskiwacza a rzeczywistym czasem jego otwarcia i zamknięcia.

Kandydat podjął także próbę wykorzystania charakterystyki przebiegu czasoprzekroju wtryskiwacza do oceny wydatku objętościowego wtryskiwacza co udokumentował w artykule 0_6.

Pewną wątpliwość budzi przyjęcie definicji czasoprzekroju otwarcia wtryskiwacza opisanej iloczynem wartości ciśnienia i czasu-to jest iloczynem jednostek $[\frac{N}{m^2} \times s]$.

Wydaje się, że jedynym określeniem poprawnym jest sformułowanie: pole pod krzywą zmian ciśnienia w czasie. Zaprezentowana w omawianym zagadnieniu naukowym pośrednia metoda wyznaczania parametrów charakterystycznych pracy wtryskiwaczy może być także wykorzystywana w czasie produkcji jak i w czasie ich eksploatacji. Na pozytywną uwagę zasługuje prostota urządzenia badawczego oraz jego przydatność użytkowa.

Kolejne zagadnienie naukowe przeanalizowane i zastosowane przez Kandydata to opracowanie metodyki wyznaczania niepowtarzalności dawkowania wtryskiwacza cykl po cyklu. Zagadnienie to jest szczegółowo opisane w artykule 0_6 i 0_7. Należy podkreślić, że parametr ten silnie wpływa na przebieg procesu spalania i jego zmiany z cyklu na cykl. Zbyt duża niepowtarzalność tego procesu skutkuje pogorszeniem sprawności ogólnej silnika (często wzrostem zużycia paliwa), ale także wzrostem zawartości składników szkodliwych w spalinach. Z tego względu próba stosowania prostej metody sprawdzania tegoż parametru zarówno w fazie produkcji wtryskiwaczy jak i w fazie eksploatacji silnika jest bardzo cenna.

Na pozytywną uwagę zasługuje staranne udokumentowanie wyników badań niepowtarzalności wtrysku zawarte w artykule 0_6 oraz propozycja wykorzystania nieskomplikowanej metody badawczej opartej na rejestracji ciśnienia dynamicznego po stronie wypływu czynnika z dyszy rozpylacza.

Kolejnym zagadnieniem badawczym składającym się na osiągnięcie naukowe Kandydata jest „adaptacja metody dynamicznej do wyznaczania charakterystyki przepływowej wtryskiwaczy gazowych”.

Kompletne rozwiązania i wyniki badań nad tym zagadnieniem Kandydat przedstawił w artykule 0_8.

Kandydat na wykonanym stanowisku przeprowadził badania w obu wariantach: wtryskiwacza cyklicznie otwierającego się oraz wtryskiwacza otwartego w sposób ciągły. Wykorzystując wcześniej opracowane stanowisko postanowił opisać korelację między mierzonymi parametrami dynamiki wypływu czynnika z dyszy (głównie przebiegu ciśnienia dynamicznego), a rzeczywistym wydatkiem objętościowym paliwa. Obliczenia modelowe zostały zweryfikowane przy użyciu przepływomierza. W efekcie Kandydat przedstawił ostateczną charakterystykę przepływową uzyskaną metodą pomiarów ciśnień dynamicznych i porównał je z charakterystykami uzyskanymi w wyniku pomiarów przepływomierzem.

Oceniając metodę badań porównawczych należy zwrócić uwagę na fakt, iż badania oparte na pomiarze ciśnienia dynamicznego za dyszą i weryfikacyjne badania przy użyciu przepływomierza nie są (i nie mogą być) wykonywane jednocześnie. Metoda ta pozwala jedynie na kolejne przeprowadzenie najpierw pierwszej serii, a potem serii drugiej. Niezmiernie ważna jest zatem powtarzalność wszystkich parametrów pracy wtryskiwaczy w jednej i w drugiej próbie. Stwarza to pewną wątpliwość co do wiarygodności uzyskanych wyników. Kandydat zwrócił uwagę na opisany problem i zamieścił wyniki analiz błędów (różnic między kolejnymi wynikami w jednej i drugiej metodzie). Różnica ta maksymalnie wynosiła 5,52%.

I.3 Podsumowanie recenzji osiągnięcia naukowego

Podsumowując ocenę merytoryczną osiągnięcia naukowego pt.: „Zastosowanie metod pośrednich w badaniach funkcjonalnych niskociśnieniowych impulsowych wtryskiwaczy gazowych” stwierdzam, że:

- Kandydat w sposób przejrzysty i jasny przedstawił problem naukowy sprowadzający się do opracowania metod pośrednich do badań wtryskiwaczy paliw gazowych.
- Kandydat w sposób czytelny wyselekcjonował kolejne zagadnienia badawcze, które uważam za logiczne.
- Kandydat konsekwentnie zrealizował przedstawione zagadnienia badawcze wykorzystując opracowane i wykonane stanowisko.

- Kandydat w kolejnych artykułach składających się na „osiągnięcia naukowe” przedstawił w sposób czytelny wyniki badań, a także opis procedur obliczeniowych, badawczych i eksperymentalnych.

Stwierdzam zatem, że postawiony przez Kandydata cel naukowy został osiągnięty. Biorąc także pod uwagę fakt iż problematyka zapewnienia poprawnej pracy układu wtryskowego paliw gazowych do tłokowych silników spalinowych jest bardzo istotna chociażby z punktu widzenia zawartości szkodliwych składników w spalinach stwierdzam iż cykl ocenianych, powiązanych tematycznie prac pod zwartym tytułem „Zastosowanie metod pośrednich w badaniach funkcjonalnych niskociśnieniowych impulsowych wtryskiwaczy gazowych” spełnia wymagania osiągnięcia naukowego w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego zawarte w ustawie z dn. 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

II. Recenzja pozostałej istotnej działalności naukowej dr inż. Dariusza Szpicy

Kandydat legitymuje się bogatym dorobkiem w działalności naukowo-badawczej, ale także konstruktorskiej. Wszystkie prezentowane we wniosku prace związane są z badaniami pojazdów samochodowych, przy czym w dominującej części dotyczą badań tłokowych silników spalinowych.

- Kandydat po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych w sposób wyrazisty powiększył swój dorobek naukowy szczegółowo przedstawiony poniżej:
- Kandydat opublikował 5 prac naukowych znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (głównie w czasopiśmie Mechanika) uzyskując wskaźnik Impact Factor 2.165.
- Kandydat jest autorem lub współautorem 32 artykułów opublikowanych w czasopismach z listy MNiSzW (takich jak: Combustion Engines, Acta Mechanica et Automatica, Modelowanie Inżynierskie, Machine Dynamic Research, Przegląd Mechaniczny, Pneumatyka).
W większości dotyczą one badań tłokowych silników spalinowych, ale także wybranych zespołów pojazdu samochodowego.
- Kandydat jest współautorem 1 monografii, 1 artykułu i 6 artykułów w monografiach takich jak: Zagadnienia konstrukcji i eksploatacji maszyn i pojazdów, Laboratorium pojazdów, Podstawy konstrukcji maszyn, Silniki gazowe itp.
Poza publikacjami naukowymi wynikającymi z prowadzonych prac badawczych Kandydat czynnie uczestniczył w realizacji 8 projektów naukowych głównie jako wykonawca. W jednym przypadku jako kierownik projektu.
- Kandydat opracował jako autor i współautor wiele rozwiązań konstrukcyjnych związanych z modernizacją zespołów pojazdu samochodowego oraz tłokowego silnika spalinowego (takich jak zawieszenie tylnie samochodu osobowego,

mechanizm sekwencyjnej zmiany biegów, mechanizmu zmiany wykorbienia, tester wtryskiwaczy, klinowy pas napędowy).

- Opracowane nowatorskie rozwiązania zostały zgłoszone do Urzędu Patentowego część z nich uzyskała ochronę patentową.
- Kandydat czynnie prezentował wyniki swoich badań na wielu liczących się konferencjach naukowych międzynarodowych i krajowych takich jak: International Conference Mechanika 2018, Transport Means 2017, PTNSS Congres, Symposium PKMNP.
- Działalność publikacyjna Kandydata zaowocowała stosunkowo wysokimi notami oceny parametrycznej.

I tak:

- Sumaryczny impact factor z listy JCR – 12,955
- Liczba cytowań według bazy Web of Science – 40
- Index Hircha wg bazy Web of Science – 4

Podsumowując recenzję pozostałej istotnej działalności naukowej Kandydata stwierdzam, że wszystkie prezentowane prace dotyczą dyscypliny budowa i eksploatacja maszyn.

Kandydat legitymując się bogatym dorobkiem publikacyjnym w przeważającej części związanym z tłokowymi silnikami spalinowymi, ale także z zespołami pojazdu samochodowego.

Omawiany dorobek publikacyjny jest pokłosiem realizowanych projektów badawczych.

Pozytywnym aspektem działalności naukowej kandydata jest także szereg zgłoszeń patentowych dotyczących jego autorskich rozwiązań konstrukcyjnych.

Uznaję zatem, że pozostała istotna część działalności naukowej kandydata zgłoszona do oceny w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych spełnia wymagania zawarte w ustawie z dn. 14 marca 2003 r. o stopniu naukowym i tytule naukowym oraz o stopniu i tytule w zakresie sztuki.

III. Ocena działalności dydaktycznej dr inż. Dariusza Szpicy

Dr inż. Dariusz Szpica w swej dotychczasowej działalności był promotorem 159 prac dyplomowych (magisterskich i inżynierskich) a także wielokrotnym ich recenzentem. Wiele z tych prac zostało wyróżnionych. Kandydat prowadził wszystkie rodzaje zajęć dydaktycznych takich jak: eksploatacja pojazdów, systemy napędowe pojazdów, silniki spalinowe, komputerowe projektowanie zespołów pojazdów, podstawy konstrukcji maszyn, badania diagnostyczne pojazdów, motoryzacyjne zagrożenia środowiska. Część zajęć prowadził dla potrzeb wymiany studentów w programie ERASMUS. Kandydat czynnie uczestniczy w naukowym życiu studentów w ramach prac studenckiego koła naukowego Auto-Moto-Club. Owocem tych prac jest szereg

stanowisk dydaktycznych wykorzystywanych w procesie dydaktycznym, ale także wiele publikacji wspólnych ze studentami w recenzowanych czasopismach takich jak: Mechanika, Modelowanie Inżynierskie, Combustion Engines, Przegląd Mechaniczny. Wyniki prac z tego zakresu działalności zostały zaprezentowane przez studentów na konferencjach studenckich. Łącznie studenci przedstawili 49 referatów przy współudziale Kandydata.

Podsumowując ocenę działalności dydaktycznej Kandydata stwierdzam, iż legitymuje się on bogatym dorobkiem zarówno w zakresie prowadzenia i przygotowywania zajęć dydaktycznych jak i w obszarze opieki nad rozwojem naukowym studentów.

IV. Podsumowanie recenzji osiągnięć naukowo-badawczych oraz dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i współpracy międzynarodowej dr inż., Dariusza Szpicy w postępowaniu habilitacyjnym.

Podsumowując recenzję osiągnięć Pana dr inż., Dariusza Szpicy w postępowaniu habilitacyjnym stwierdzam, że:

- Kandydat ukończył studia wyższe ze stopniem magistra inżyniera mechanika w specjalności: maszyny i pojazdy w roku 1996.
- Kandydat uzyskał stopień doktora nauk technicznych w specjalności: silniki spalinowe w roku 2006
- Kandydat od czasu uzyskania stopnia doktora nauk technicznych prowadził badania głównie dotyczące tłokowych silników spalinowych.
- Kandydat legitymując się bogatym dorobkiem publikacyjnym w okresie po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych.
- Kandydat przedstawił w postępowaniu habilitacyjnym logiczny, zwarty tematycznie zbiór artykułów naukowych opisujących w sposób czytelny osiągnięcie naukowe pt.: „Zastosowanie metod pośrednich w badaniach funkcjonalnych niskociśnieniowych impulsowych wtryskiwaczy gazowych”.
- Kandydat czynnie uczestniczył w życiu społecznym Politechniki Białostockiej.

Uwzględniając powyższe stwierdzam, iż przedstawione osiągnięcia naukowe dr inż., Dariusza Szpicy w postaci cyklu jednotematycznych publikacji pt.: „Zastosowanie metod pośrednich w badaniach funkcjonalnych niskociśnieniowych impulsowych wtryskiwaczy gazowych”, pozostałe istotne osiągnięcia naukowe, a także dydaktyczne spełniają wymagania określone w postępowaniu habilitacyjnym zawarte w ustawie z dn. 14 marca 2003 r. o stopniu naukowym i tytule naukowym oraz o stopniu i tytule w zakresie sztuki (z późniejszymi zmianami).

Wnoszę zatem o nadanie dr inż. Dariuszowi Szpicy stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej Budowa i Eksploatacja Maszyn.

Stanowisko