

prof. dr hab. inż. Mariusz Magier
Wydział Mechaniczny Technologiczny
Politechnika Warszawska
ul. Narbutta 85
02-524 Warszawa

Warszawa, 18.03.2024r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Damiana SZUPIEŃKO
**p.t. „Teoretyczne i doświadczalne badania automatycznej broni palnej działającej na
zasadzie odrzutu lufy”**
wykonanej w Wojskowej Akademii Technicznej
pod kierownictwem dr. hab. inż. Ryszarda WOŹNIAKA, prof. WAT

1. Wprowadzenie

Problematyka badań automatycznej broni palnej w zakresie m.in. parametrów balistyki wewnętrznej, kinematyki i dynamiki ruchomych części i zespołów broni czy wpływu jej konstrukcji na charakterystyki taktyczno-techniczne jest szczególnie ważna w aspekcie optymalizacji procesów projektowania nowych wzorów uzbrojenia. Optymalny dobór masy i kształtu elementów broni uzależniony jest przede wszystkim od przyjętej zasady jej działania, parametrów wytrzymałościowych materiałów konstrukcyjnych szczególnie w zakresie obciążeń zmęczeniowych, a przede wszystkim od poprawnie przyjętych modeli obliczeniowych konstrukcji (matematycznego i fizycznego) oraz przeprowadzeniu szerokich badań analitycznych, numerycznych i laboratoryjnych modeli i prototypów.

Omówione szczegółowo w niniejszej pracy badania teoretyczne i doświadczalne automatycznej broni strzeleckiej działającej na zasadzie krótkiego odrzutu lufy dotyczą szerokiego spectrum wzorów broni mała i średniokalibrowej, powszechnie stosowanej w uzbrojeniu wojska i innych służb mundurowych. Jednym z głównych elementów konstrukcyjnych tego typu broni automatycznej jest zespół lufa-zamek, którego działanie

podczas zjawiska bezpośrednio związane z tematem badawczym podejmowanym w niniejszej rozprawie. Chociaż zespół ten nie charakteryzuje się szczególnie skomplikowaną budową (oczywiście w zależności od przyjętego typu ryglowania), jego rola w procesie działania układu automatyki broni jest istotna, ponieważ jego głównym zadaniem jest zapewnienie niezawodnego działania broni podczas prowadzenia ognia z wymaganą celnością, przy zachowaniu odpowiedniej trwałości i bezpieczeństwa użytkownika broni przy założonym czasie jej eksploatacji. Znamionym jest fakt, iż tematyka przedmiotowej rozprawy odpowiada wymaganiom sformułowanym w dokumencie „Priorytetowe Kierunki Badań Naukowych w Resorcie Obrony Narodowej w latach 2021–2035”, w obszarze technologicznym 8 Technologie materiałowe i wytwarzania, podobszarze 8.2. Technologie materiałów balistycznych, technologii 8.2.2. Technologia produkcji broni strzeleckiej o dużej intensywności ognia. Stąd istotnym celem poznawczym rozprawy jest opracowanie i zwalidowanie modelu matematycznego pracy automatyki broni działającej na zasadzie krótkiego odrzutu lufy co umożliwia optymalizację procesu projektowania i konstruowania nowych wzorów uzbrojenia.

2. Omówienie treści rozprawy

Praca składa się z 139 stron i z 8 zasadniczych rozdziałów oraz wykazu bibliografii zawierającej 81 pozycji w kolejności występowania odwołań w tekście rozprawy.

Przedstawiona rozprawa przedstawia oryginalne wyniki badań wraz z analizą ich warunków wykonywania umożliwiającą oszacowanie wpływu poszczególnych badanych czynników na wiarygodność uzyskiwanych wyników badań.

We wstępie autor dokonał identyfikacji celu podjętych w dysertacji badań naukowych w postaci przeprowadzenia teoretycznych i doświadczalnych badań automatycznej broni palnej działającej na zasadzie krótkiego odrzutu lufy z przyspieszaczem krzywkowo-dźwigniowym, pod kątem opracowania i zwalidowania modelu matematycznego pracy automatyki tego typu broni.

W rozdziale I autor zaprezentował analizę stanu techniki w dziedzinie automatycznej broni palnej działającej na zasadzie odrzutu lufy. Objęła ona nie tylko szczegółowy opis wybranych konstrukcji broni zawierających analizę rozwiązań w zakresie realizacji odrzutu lufy, ale także analizę istniejących publikacji dotyczących problemu modelowania pracy automatycznej broni palnej.

W rozdziale II autor przedstawił zasadę działania układu automatyki z krótkim odrzutem lufy z przyspieszaczem typu krzywkowo-dźwigniowego. Szczegółowo opisał model fizyczny i

matematyczny, wyprowadzając odpowiednie równania ruchu elementów układu zamek-lufa dla sześciu wyróżnionych etapów pojedynczego cyklu strzału. Nadmienić tu należy, że opracowany model matematyczny układu zamek-lufa z przyśpieszaczem typu krzywkowo-dźwigniowego może być zastosowany do budowy modelu matematycznego broni z zamkiem półswobodnym.

W rozdziale III autor omówił model balistyki wewnętrznej badanego układu konstrukcyjnego broni, służący do wyznaczenia teoretycznych wartości prędkości pocisku w przewodzie oraz krzywych ciśnienia mieszaniny gazowo-prochowej w przestrzeni zapociskowej. Rozwiązanie Problemu Głównego Balistyki Wewnętrznej (PGBW) oparto na modelu termodynamicznym wg STANAG 4367. Zawarte w tym rozdziale równania wraz z równaniami modelu matematycznego działania układu automatyki broni z krótkim odrzutem lufy, posłużyły doktorantowi do opracowania programu obliczeniowego w środowisku MATLAB, służącego do rozwiązania PGBW oraz do wyznaczenia charakterystyk kinematycznych ruchu układu zamek-lufa.

W rozdziale IV autor przedstawił wyniki eksperymentalne dotyczące określenia charakterystyk energetyczno-balistycznych materiałów miotających zastosowanych w amunicji 12,7x99 mm, wytypowanej wraz z karabinem M2HB do badań doświadczalnych, a będących przedmiotem dysertacji.

W rozdziale V przedstawił on wyniki badań balistycznych materiałów inicjujących (spłonek) zastosowanych w amunicji 12,7x99 mm, do których wykorzystano autorską konstrukcję komory manometrycznej. Badania przeprowadzono w celu określenia wartości ciśnienia zapłonu.

W rozdziale VI autor opisał wyniki badań balistycznych kompletnej amunicji 12,7x99 mm dla wybranych dwóch partii produkcyjnych. Na ich podstawie wyznaczono prędkości pocisków na dystansie 5 m oraz eksperymentalne przebiegi ciśnienia mieszaniny gazowo-prochowej w lufie.

W rozdziale VII autor zaprezentował wyniki badań eksperymentalnych układu automatyki wybranej do badań broni – przebiegi przemieszczenia i prędkości ruchu zasadniczych elementów badanego układu.

Rozdział VIII zawiera wyniki walidacji przyjętego modelu teoretycznego PGBW oraz opracowanego modelu działania układu automatyki broni z krótkim odrzutem lufy. Dodatkowo doktorant wykonał numeryczną weryfikację poprawności działania modelu matematycznego

broni z krótkim odrzutem lufy z wykorzystaniem metody układów wieloczłonowych w środowisku MSC Adams.

W podsumowaniu autor zawarł m.in. syntetyczne podsumowanie wyników zrealizowanych badań, dowodzące spełnienia celu naukowego dysertacji, którym było opracowanie i zwalidowanie modelu matematycznego pracy automatyki broni palnej działającej na zasadzie krótkiego odrzutu lufy z przyspieszaczem krzywkowo-dźwigniowym. Ponadto szczegółowo omówił uzyskane wyniki potwierdzając poprawność przyjętej metodyki budowy modelu matematycznego działania broni oraz poprawność przyjętego zmodyfikowanego modelu rozwiązania PGBW wg STANAG 4367, co znalazło potwierdzenie w wiernym odwzorowaniu eksperymentalnie uzyskanych przebiegów prędkości ruchu elementów badanego układu broni automatycznej w stosunku do wyników modelowania.

Zakończenia pracy tworzą szerokie zestawienie literatury cytowanej w niniejszej rozprawie oraz wykaz podstawowych parametrów aparatury wykorzystanej w badaniach.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Do najważniejszych wyników analiz i badań zawartych w rozprawie doktorskiej Pana mgr. inż. Damiana Szupieńko należy zaliczyć:

- a. Opracowanie autorskiego modelu matematycznego działania automatyki broni palnej z krótkim odrzutem lufy z przyspieszaczem dźwigniowo-krzywkowym, który może posłużyć do projektowania nowych wzorów uzbrojenia wykorzystujących przedmiotową zasadę działania broni, także w układach z zamkiem półswobodnym,
- b. Implementację zmodyfikowanego modelu rozwiązania PGBW wg STANAG 4367 wraz z opracowanym w/w modelem matematycznym działania broni w oprogramowaniu symulacyjnym, co umożliwiło uzyskanie poprawnego odwzorowania zachowania się układu automatyki broni w warunkach rzeczywistych,
- c. Wykonanie kompleksowych badań eksperymentalnych parametrów energetyczno-balistycznych wybuchowych materiałów inicjujących zaelaborowanych w spłonkach amunicji 12,7x99 mm za pomocą specjalnie zaprojektowanej i wykonanej do celu realizacji tych badań mikrokomory manometrycznej. Na podstawie wyników tych badań stwierdzono odmiennosc przebiegu procesu zapłonu ładunku prochowego w warunkach rzeczywistych w porównaniu do założeń w modelu termodynamicznym,
- d. Doświadczalne określenie funkcji kształtu ziarna prochowego dla badanego układu balistycznego,

- e. Zwalidowanie opracowanych i przyjętych modeli matematycznych i rozwiązania PGBW w formie badań laboratoryjnych strzelaniem, co potwierdziło słusność przyjętych przez doktoranta założeń matematycznych i fizycznych, dotyczących analizowanego układu mechanicznego broni z krótkim odrzutem lufy,
- f. Identyfikację zjawiska „wyprzedzania” przez cząstki stałe gazowych produktów spalania podczas badania materiału inicjującego spłonek naboju.

Uważam, że zakres analiz teoretycznych i badań eksperymentalnych wykonanych przez Autora, jest znaczny i wystarczający dla uzasadnienia postawionego celu pracy. Przyjęto odpowiednie metody badawcze.

Temat pracy precyzyjnie odpowiada zawartej w niej treści.

Układ pracy, proporcje treści zawartej w poszczególnych rozdziałach, a także styl i układ graficzny stanowią logiczną całość.

W zakresie merytorycznej oceny rozprawy, można uznać, że założony zakres pracy został zrealizowany.

Uwagi szczegółowe:

- na stronie 65 w tabeli 5 należy poprawić jednostkę siły prochu f na [kJ/kg];
- na stronie 65 pod tabelą 5 autor sformułował tezę, że wartość kowolumenu gazów prochowych η na niewielki wpływ na wartość uzyskiwanego ciśnienia maksymalnego oraz prędkość początkową. Proszę o uzasadnienie tego stwierdzenia;
- do rejestracji procesu pracy automatyki broni wykorzystano kamerę do zdjęć szybkich Phanom v1612 z szybkością rejestracji 4000 klatek na sekundę (tj. z krokiem czasowym 250 μ s), zaś podczas modelowania w środowisku Adams symulacje wykonano z krokiem czasowym 50 μ s. Czy te rozbieżności mogły mieć znaczący wpływ na różnice w uzyskanych eksperymentalnie i teoretycznie przebiegach prędkości badanych elementów broni? Pytanie dotyczy szczególnie fluktuacji na wykresach uzyskanych eksperymentalnie.

4. Podsumowanie

Recenzowana dysertacja stanowi oryginalne dzieło naukowe, którego wyniki można wykorzystać w pracach naukowo-badawczych związanych z badaniami i projektowaniem broni

automatycznej działającej na zasadzie krótkiego odrzutu lufy z przyspieszaczem dźwigniowo-krzywkowym.

Uzyskanie wyniku pracy wykonanej przez Pana mgr.inż. Damiana Szupieńko w sposób oczywisty potwierdzają założony cel pracy.

Aplikacyjny charakter uzyskanych wyników badań teoretycznych i eksperymentalnych zrealizowanych w przedmiotowym doktoracie pozwala na stwierdzenie, że mogą one znaleźć z powodzeniem praktyczne zastosowanie w procesie doskonalenia metod i metodyk badań broni strzeleckiej, jej procesów projektowania oraz stanowić istotny element wsparcia dydaktycznego na kierunkach studiów kształcących przyszłych inżynierów o specjalności uzbrojenie.

Doktorant podczas realizacji pracy wykazał się bardzo dobrą znajomością podstaw teoretycznych dotyczących metod modelowania i badań automatycznej broni palnej czy zjawisk termodynamicznych zachodzących podczas procesów spalania ładunków miotających naboju scalonych.

Uwzględniając podstawowe elementy recenzowanej rozprawy doktorskiej takiej jak:

- oryginalne wyniki badań eksperymentalnych;
- interdyscyplinarność przedmiotowego problemu;
- zastosowanie opracowanej metodyki, wyników badań i analiz teoretycznych w rozwoju technik projektowych i badawczych automatycznej broni palnej;

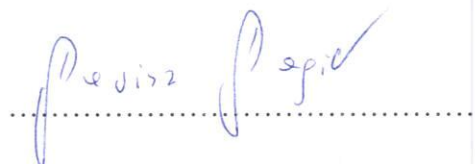
oceniam rozprawę doktorską Pana mgr. inż. Damiana Szupieńko pozytywnie.

5. Ocena końcowa rozprawy

Rozprawę doktorską Pana mgr. inż. Damiana Szupieńko oceniam wysoko, ze względu na oryginalność własnego osiągnięcia naukowego. Praca charakteryzuje się wysokimi walorami poznawczymi i użytkowymi (możliwość wdrożenia jej wyników w projektowaniu systemów automatycznej broni palnej) oraz świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu merytorycznym Autora, który wykazał się obszerną wiedzą ogólną z mechaniki, modelowania oraz szczegółową dotyczącą metod badań broni palnej, a także dowiódł swojej dojrzałości naukowej podczas formułowania zagadnień, realizacji rozwiązań i redagowania odpowiednich wniosków. Świadczy to o bardzo dobrym przygotowaniu Pana mgr. inż. Damiana Szupieńko do prowadzenia twórczych prac naukowo-badawczych.

Podsumowując stwierdzam, że opiniowana praca doktorska Pana mgr. inż. Damiana Szupieńko pod tytułem „Teoretyczne i doświadczalne badania automatycznej broni palnej działającej na zasadzie odrzutu lufy” spełnia wymogi stawiane pracom na stopień doktora nauk inżynieryjno-technicznych, w rozumieniu art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, Dz. U. nr 65, poz. 595 (z późniejszymi zmianami) oraz ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018, poz. 1668). Wnioskuje zatem do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynierii Mechanicznej Wojskowej Akademii Technicznej o dopuszczenie Pana mgr inż. Damiana Szupieńko do publicznej obrony jak również procedowanie kolejnych etapów w zakresie ubiegania się przez Doktoranta o stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna.

Doceniając jednocześnie wysoki poziom zaprezentowanej rozprawy, szeroki zakres prac oraz wykorzystanie nowoczesnych metod badawczych, a także aktualność podjętej tematyki i uzyskane perspektywiczne wyniki mogące mieć zastosowanie praktyczne, a także dorobek naukowy Doktoranta potwierdzający wysoką jakość warsztatu badawczego (10 publikacji powiązanych tematycznie z celem rozprawy, w tym 6 punktowanych - sumaryczny IF = 11,5) wnioskuje do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynierii Mechanicznej Wojskowej Akademii Technicznej o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Damiana Szupieńko.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Pawel Szupie', is written above a horizontal dotted line.