

Autoreferat
zawierający opis dorobku i osiągnięć naukowo-badawczych

1. Imię i nazwisko

Tomasz Wolszakiewicz

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

09.06.1992 r. - uzyskanie stopnia magistra inżyniera, Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej, praca pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Leona Gradonia ***Analiza metod wydzielenia jednorodnych frakcji aerozoli cząstek niekulistych o różnych smukłościach.***

10.07.2001 r. - uzyskanie stopnia doktora nauk chemicznych w zakresie chemii, na Wydziale Chemii Politechniki Warszawskiej, za rozprawę pt. ***Własności fizykochemiczne układów dwuskładnikowych zawierających nitrocelulozę i związek małowcząsteczkowy***, promotor prof. dr hab. Andrzej Książczak.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu

1. Technolog Wydziału Trójpolifosforanu Sodiu w Zakładach Chemicznych „Alwernia” 10.10.1992 – 10.04.1993.
2. Instytut Przemysłu Organicznego; ul. Annopol 6, 03-236 Warszawa, Kierownik Pracowni Badan Balistycznych w Pionkach stanowisko: adiunkt 01.10.1993 do chwili obecnej

4. Osiągnięcie wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

a) tytuł osiągnięcia naukowego

Badania balistyczne i wytrzymałościowe stałych paliw raketowych w aspekcie prawidłowości ich zapłonu oraz możliwości wystąpienia sytuacji awaryjnych pracy silników raketowych

b) autor, rok wydania, nazwa wydawnictwa

Tomasz Wolszakiewicz, IPO, Warszawa 2013, ISBN 978-83-914922-2-2

c) omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Wprowadzenie

W pracy przeprowadzono analizę danych eksperymentalnych i obliczeniowych dotyczących procesu zapłonu, spalania i badań wytrzymałościowych stałych paliw raketowych (SPR). Opisano i przeanalizowano wpływ obciążeń mechanicznych i termicznych na proces zapłonu i spalania stałych paliw raketowych.

Każdy układ pracujący dzięki propagacji dużej ilości gazów o wysokich parametrach, (a szczególnie takim układem są stałe paliwa raketowe), wymaga inicjacji procesu pracy. Musi zostać przekroczona progowa wartość temperatury zapłonu powiązana również ze zmianą ciśnienia. Czas pracy stosowanych układów miotających (czy to w formie stałych paliw raketowych, czy jako różnego rodzaju prochu strzelnicze jedno i dwubazowe), waha się od ułamka do kilkunastu sekund. Po zainicjowaniu procesu spalania dochodzi do gwałtownych reakcji egzotermicznych i emisji gazów o ściśle określonych parametrach i odpowiedniej ilości. Proces spalania stałych paliw raketowych jest uzależniony od właściwości fizykochemicznych stanowiących go komponentów, jak również od geometrii początkowej i czynników zewnętrznych (temperatura i ciśnienie). Geometria jest dostosowywana do wymagań aplikacyjnych konkretnego rozwiązania i dodatkowo może być modyfikowana przez stosowanie lokalnych inhibitorów powierzchni. Zainicjowany proces spalania jest praktycznie procesem bez kontroli, a zmiany ciśnienia i siły ciągu w czasie zależą tylko od warunków początkowych. Mogą się jednak pojawić zjawiska niekorzystne powodujące niekontrolowany wzrost ciśnienia w komorze spalania podczas nieprzewidywanego wzrostu powierzchni palnej, co może doprowadzić to do tzw. sytuacji awaryjnych. Przewidywanie powstawania tych sytuacji w połączeniu ze zmianami parametrów wytrzymałościowych, a pośrednio ze zmianami parametrów balistycznych, są istotnymi elementami przedstawionej monografii.

Obiektem badań były dwie grupy stałych paliw raketowych: paliwa homogeniczne i paliwa heterogeniczne. Zbadano i opisano zapłon paliw raketowych z udziałem klasycznych zapłonników opartych na prochu czarnym oraz z zapłonem pirogenicznym. W ramach badań zapłonu skonstruowano prototypową aparaturę do wyznaczania całkowitej energii emitowanej przez zapłonniki klasyczne i pirogeniczne. Zbadano wpływ rodzaju stosowanego zapłonu na pracę w obszarze stabilnym stałych paliw raketowych, wykorzystywanych w układach aplikacyjnych takich jak: gazogeneratory, układy marszowe, startowe i sterujące. Określono wpływ obciążeń termicznych i mechanicznych o różnym interwale czasowym, na zmiany procesu

spalania. W symulacjach numerycznych zastosowano analizę dyskretną opartą na metodach stochastycznych Monte Carlo.

Omówienie osiągniętych wyników

Niniejsza monografia stanowi podsumowanie 20-letniej pracy badawczej prowadzonej przez autora w Pracowni Badań Balistycznych Instytutu Przemysłu Organicznego (IPO). Prowadzone prace dotyczyły głównie badań balistycznych i zmian właściwości mechanicznych stałych paliw raketowych, z uwzględnieniem długoczasowego przechowywania w warunkach poligonowych i magazynowych. Ciągły rozwój techniki wojskowej wymusza dostosowanie istniejących rozwiązań konstrukcyjnych do współczesnego pola walki. Szybki rozwój techniki raketowej pociąga za sobą konieczność modernizacji istniejących paliw i ciągłe polepszanie parametrów balistycznych, a także zapewnienie dłuższego okresu użyteczności bojowej. Stosowanie wysokoenergetycznych dodatków o wysokich parametrach detonacyjnych (typu *CL-20*, *TNAZ*) pozwala na zwiększanie zasięgu głowic bojowych bez konieczności reorganizacji raket nośnych. Trwające na świecie i w kraju badania nad nowymi paliwami raketowymi, oprócz zwiększenia ich siły ciągu, a co za tym idzie zasięgu, ukierunkowane są głównie na materiały mało wrażliwe na bodźce zewnętrzne (*LOVA*) i ekologiczne. Nowe materiały wysokoenergetyczne, a w szczególności *SPR* wymagają przeprowadzenia wielu pomiarów przed rozpoczęciem masowej produkcji i dopuszczeniem ich do użytkowania. Muszą zapewniać obok wymagań balistycznych, także normy bezpieczeństwa przechowywania i użytkowania. Przeprowadzone przez autora liczne próby i eksperymenty łączą w sobie wspólny cel – świadomy dobór sposobu badania nowych paliw raketowych, pod kątem badań balistycznych i mechanicznych z uwzględnieniem metod numerycznych.

Pierwszy rozdział obejmuje zagadnienia badań balistycznych, jako sposobu wyznaczania liniowej szybkości spalania i zastosowanie ich wyników w konkretnych rozwiązaniach aplikacyjnych (w gotowych wyrobach). Omówiono szczegóły realizacji pomiaru liniowej szybkości spalania przy zastosowaniu bomby Crawforda i tzw. silników balistycznych. Przeprowadzono analizę stosowanych katalizatorów liniowej szybkości palenia i przedstawiono wyniki zmian ciśnienia w funkcji czasu dla gotowych rozwiązań aplikacyjnych. Opisano sposoby inhibitowania powierzchni paliwa oraz przedyskutowano wpływ kształtu początkowego próbki na liniową szybkość palenia również z uwzględnieniem różnych definicji czasu spalania.

W rozdziale drugim przedstawiono koncepcję i wyniki obliczeń gazodynamiki wypływu gazów podczas spalania *SPR*, metodami dyskretnymi opartymi głównie na

metodzie Monte Carlo. Obliczenia zostały zweryfikowane stacjonarnymi badaniami balistycznymi, a jako układ modelowy zastosowano gazogenerator prochowy. Autor w ramach pracy w IPO, od wielu lat nadzoruje produkcję gazogeneraora prochowego, który ma zastosowanie w układzie przeciwlotniczym *GROM*. Uzupelnieniem tego rozdziału były obliczenia zachowań awaryjnych w układzie gazogeneraora prochowego, spowodowane wadami samego paliwa, jak i wpływem nieprzylegania inhibitora do paliwa.

Rozdział trzeci jest poświęcony procesowi zapłonu *SPR*, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowania tzw. zapłonu pirogenicznego. Na świecie od wielu dziesięcioleci zaprzestano używania prochu czarnego do inicjacji pracy paliw rakietowych, ze względu na małą powtarzalność balistyczną i niekorzystne wzrosty ciśnienia. Autor prowadził zakończone sukcesem badania nad wykorzystaniem tabletek pirogenicnych do zapłonu *SPR*. Skonstruowano prototypową aparaturę do pomiaru efektów cieplnych podczas zapłonu tabletek pirogenicnych. Dzięki zastosowaniu bardzo czułych czujników (termorezystancyjnych) zarejestrowano zmianę temperatury na powierzchni czujnika, a za pomocą autorskiego oprogramowania wyznaczono strumień ciepła i całkowite ciepło emitowane przez tabletki. Skonstruowano nowe silniki do pomiaru zapłonu paliw homo- i heterogenicznych o kształcie płytki i rurki. Przeprowadzono pomiary zapłonu oraz wyznaczono impulsy ciśnienia w silnikach wypełnionych metalową atrapą. Czasy pracy tabletek mieściły się w zakresie od $0,25 \pm 0,56$ s, a impulsy ciśnienia od $0,041 \pm 0,132$ MPas. Praca paliw inicjowanych nowymi tabletkami była stabilna i powtarzalna, a używane w rozwiązaniach konstrukcyjnych tabletki B/KNO_3 charakteryzowały się krótkim czasem ($0,25$ s) i impulsem ciśnienia ($0,041 \pm 0,065$ MPas). Najdłuższe czasy pracy uzyskano dla mieszanin Zr/KNO_3 , a największe impulsy ciśnienia dla mieszanin $Zr/KClO_4$. Według przeprowadzonej analizy optymalną mieszaniną pirogeniczną jest Zr/KNO_3 o składzie 25/75 zapewniającą długi czas pracy ($0,55 \pm 0,65$ s), dużą ilość ciepła odebranego na poziomie 21 J/cm^2 i impuls ciśnienia zbliżony do tabletek B/KNO_3 . Sprawdzeniem wiarygodności i zasadności zastosowania takiego rozwiązania były balistyczne badania stacjonarne. Przeprowadzono badania zapłonu wyprodukowanymi tabletkami paliw homo- i heterogenicznych o dwóch kształtach próbek (płytki i wałek).

W rozdziale czwartym monografii przedstawiono badania wytrzymałościowe *SPR* oraz przedyskutowano wpływ krótko i długoczasowych oddziaływań termicznych i mechanicznych na zmiany właściwości balistycznych. Opisano przykładowe paliwo homogeniczne i zmiany jego właściwości balistycznych i mechanicznych po wieloletnim okresie przechowywania. Opisano układ do śledzenia pęknięć

zachodzących podczas badań niszczących w maszynie wytrzymałościowej *INSTRON*. Dalsze prace nad rejestracją pęknięć w *SPR* mogą pozwolić na opracowanie norm branżowych, co ułatwiłoby bieżącą identyfikację wad strukturalnych *SPR*, nie zawsze w sposób miarodajny rozstrzygane poprzez badania *RTG*. Detekcja zmian w strukturze *SPR* podczas jednoosiowego rozciągania lub ściskania powinna w przyszłości znacznie usprawnić przewidywania pojawienia się wad wewnętrznych przy założonych obciążeniach termicznych i mechanicznych. Może to mieć duże znacznie poznawcze zwłaszcza w połączeniu z zaproponowanymi modelami konstytutywnymi. Inspekcja optyczna obok metod nieinwazyjnych (*RTG*) jest metodą tanią i wygodną do zastosowania w systemach produkcji ciągłej. Istotnym elementem wyników uzyskanych w tym rozdziale jest uzyskanie zgodnych wartości modułu Younga dwoma różnymi metodami. Pierwsza metoda polegała na pomiarach kalorymetrycznych DSC i zastosowaniu teorii Flory'ego i Rehnera w celu uzyskania wartości liczbowych pozwalających na przewidywanie zachowań mieszanin podczas długoczasowego składowania. Druga metoda polegała na wyznaczeniu modułu Younga bezpośrednio z badań wytrzymałościowych. Mimo, że pierwsza metoda dotyczyła badań układów dwuskładnikowych (nitroceluloza + związek małowcząsteczkowy), to otrzymane wyniki dla paliw homogenicznych można uznać za bardzo interesujące i badania w tym kierunku za godne polecenia.

Wyniki uzyskane przez autora pracy, łączą w sobie zagadnienia na pierwszy rzut oka odległe od siebie: badania zapłonu, badania wytrzymałościowe, podstawowe badania balistyczne i symulacje numeryczne gazodynamiki badanych układów. Dzięki unifikacji, otrzymano wyniki łączące istotne elementy poruszanych problemów. Otrzymane wyniki badań energii emitowanej przez zapłoniki klasyczne i pirogeniczne mogą ułatwić odpowiedni dobór sposobu zapłonu dla nowo projektowanych rozwiązań aplikacyjnych. Funkcją łączącą opisane zagadnienia były wyniki symulacji numerycznych, opisujące zmiany temperatury, pędu i gęstości w modelowym układzie pracy gazogeneratora prochowego oraz wyznaczeniu wpływu nieciągłości struktury paliw raketowych na balistykę wewnętrzną badanych układów. W pracy badawczej obok kreowanego eksperymentu i interpretacji uzyskanych wyników, istotne są również badania natury numerycznej. Odpowiednio dobrane i świadomie przeprowadzone symulacje często zastępują pracochłonne i kosztowne prace laboratoryjne i poligonowe.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych

5.1 Zainteresowania naukowe

Po ukończeniu technikum energetycznego o specjalizacji energetyka ciepła w Radomiu, rozpocząłem studia na Wydziale Inżynierii Chemicznej i Procesowej Politechniki Warszawskiej. W roku 1992 obroniłem pracę magisterską, ***Analiza metod wydzielania jednorodnych frakcji aerozoli cząstek niekulistych o różnych smukłościach***, opiekunem pracy był prof. dr hab. inż. Leon Gradoń. Jesienią 1992 roku rozpocząłem pracę jako technolog wydziału trójpolifosforanu sodu w Zakładach Chemicznych w Alwerni.

Od października 1993 roku do chwili obecnej pracuję w Instytucie Przemysłu Chemicznego w Warszawie, w pracowni zamiejscowej w Pionkach. W pierwszych latach pracy, moje zainteresowania dotyczyły głównie prochów dwubazowych do broni małokalibrowej. Prowadzone z moim udziałem badania dotyczyły procesu flegmatyzacji prochów, a w szczególności prochów kulkowych. W roku 1994, rok po rozpoczęciu pracy w IPO, otrzymałem zadanie wdrożenia systemu pomiarowego *ESAM (Electronic Signal Acquisition Module)*, do pomiarów i rejestracji procesów spalania materiałów wysokoenergetycznych. Do badań balistyki wewnętrznej prochu używałem bomby manometrycznej o objętości 200 cm³. Badania w bombie manometrycznej pozwalały na pomiar zmian ciśnienia w funkcji czasu, a dalsze obliczenia umożliwiły wyznaczanie takich parametrów jak, względną siłę prochu i kowolumenu.

W roku 1996 zostałem przeniesiony na stanowisko asystenta. W 1998 roku rozpocząłem badania pod kierunkiem prof. dr. hab. Andrzeja Książczaka na Wydziale Chemii Politechniki Warszawskiej. W ramach badań związanych z pracą doktorską zajmowałem się oddziaływaniami związków małowcząsteczkowych z nitrocelulozą wykorzystując do pracy głównie kalorymetry skaningowe (*DSC*). Związki małowcząsteczkowe takie jak 2,4-dinitrotoluen, 2,6-dinitrotoluen, difenyloamina, 2-nitrodifenyloamina i 2,4,6-trinitrotoluen, mają za zadanie podnieść energetykę prochów, bądź zapewnić większą stabilność podczas wieloletniego przechowywania gotowych wyrobów lub poprawić ich właściwości reologiczne. W roku 2001 obroniłem pracę doktorską ***Własności fizykochemiczne układów dwuskładnikowych zawierających nitrocelulozę i związek małowcząsteczkowy***.

Od początku pracy w IPO uczestniczyłem w pracach projektowych dotyczących prochów wielobazowych i stałych paliw raketowych (GROM, PSS, Pelikan, PAC, prochy kulkowe). W latach 1997-2000, brałem udział, jako wykonawca, w realizacji

trzyletniego projektu badawczo-rozwojowego finansowanego przez Komitet Badań Naukowych, ***Badanie i rozwój nowoczesnych materiałów wybuchowych kruszących, miotających i pirotechnicznych oraz podstaw technologii ich wykonywania***. W latach 2003-2005 byłem współautorem prac nad wdrożeniem do produkcji krajowej NPRL – 70 z ZM „Mesko” i ZPS „Gamrat”. Współpraca z norweską firmą ***NAMMO*** przyniosła efekt w postaci produkcji w/w produktu i uzyskaniem patentu nr 207094 „Stałe paliwo raketowe”, który jest obecnie wykorzystywany.

Od ponad dekady jestem głównym wykonawcą i prowadzę nadzór z ramienia IPO nad produkcją gazogeneratora prochowego dla „Bumar Amunicja” S.A. Wieloletnie badania w których brałem czynny udział, przyniosły oczekiwane wyniki w postaci powtarzalnego procesu. Gazogenerator prochowy jest istotnym elementem opartym na składzie paliwa homogenicznego, wchodzącym w skład przeciwlotniczej rakiety GROM. Powtarzalność parametrów balistycznych jest warunkiem koniecznym zapewnienia odpowiednich przepływów gazów, uruchamiających pokładowy generator prądu zasilający cały system raketowy.

Wieloletnia współpraca z dr. hab. inż. Zbigniewem Walentą pozwoliła mi na opanowanie zaawansowanych metod obliczeniowych, a w szczególności Bezpośrednią Metodę symulacji Monte Carlo. Zastosowane przeze mnie metody obliczeniowe pozwoliły mi na szczegółową analizę numeryczną pierwszych sekund pracy gazogeneratora prochowego, analizę sytuacji awaryjnych tego systemu i zaprojektowanie aparatury do wyznaczania energii emitowanej przez tabletki pirogeniczne (***Grant: 0041/B/T00/2008/34***).

Od roku 2007 rozpocząłem współpracę z dr. hab. inż. Robertem Zalewskim, z Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej. Nasze wspólne badania i wzajemne uzupełnianie różnych dziedzin wiedzy doprowadziły do uzyskania wsparcia finansowego na realizację badań związanych ze zmianami parametrów wytrzymałościowych stałych paliw raketowych (***projekt: N501 113136***).

Kolejnym polem badawczym są badania starzeniowe stałych paliw raketowych i opracowanie metod pozwalających na określenie resursy na kolejne lata użytkowania materiałów miotających. Pod moim kierownictwem prowadzone są badania w bombie manometrycznej, w balistycznych silnikach i na maszynie wytrzymałościowej ***INSTRON***, do oceny zmian parametrów balistycznych.

Podsumowując moje osiągnięcia badawczo-naukowe chciałbym podkreślić współautorstwo w **30** pracach naukowych (załącznik 5 i 6) (w tym **15** z listy **Web of Science**), a także wygłoszenie **61** referatów i prezentacji posterowych (załącznik 7).

Na szczególne zaakcentowanie zasługuje ukazanie się w 2012 roku monografii:
Bajkowski J, Szlitkus P, Wolszakiewicz T, Zalewski R, **Modelowanie i badania nieliniowych właściwości stałych paliw raketowych**, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii i Eksploatacji - PIB, Warszawa-Radom, ISBN 978-83-7789-090-5 (235 stron).

G) Sumaryczny *impact factor* według listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania: około **5,634**

H) Liczba cytowani według bazy Web of Science (WoS): **52**

I) Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS): **5**

5.2 Osiągnięcia dydaktyczne

W latach 2001 – 2002 prowadziłem wykłady z katalizy chemicznej i zajęcia laboratoryjne z fizyki chemicznej, na Wydziale Materiałoznawstwa i Technologii Obuwia Politechniki Radomskiej.

5.3. Współpraca z jednostkami naukowymi i przemysłowymi

5.3.1 Współpraca z instytucjami zagranicznymi:

Udział w opracowaniu technologii produkcji ładunku do NLPR-70 (Niekierowanego Lotniczego Pocisku Raketowego – 70 mm) i udział we wdrożeniu w kooperacji z ZM. „MESKO” i NAMMO (Norwegia), 2000 – 2006.

5.3.2 Współpraca z instytucjami krajowymi

- ZPS „Gamrat” w Jaśle: badania związane z wdrażaniem nowych materiałów miotających, nadzór nad produkcją ciast prochowych, badania zapłonu.
- Bumar „Amunicja”: jestem głównym koordynatorem prac związanych z badaniami i produkcją gazogeneratora prochowego.
- ZPS „Pionki”: nadzór nad produkcją ciast prochowych, badania pirostatyczne i balistyczne.
- Instytut Technologii Eksploatacji – Radom. Efektem współpracy był wspólnie realizowany Projekt Wieloletni (**PW-004/ITE/02/2006**), dotyczący budowy aparatury do monitorowania zmian strukturalnych podczas badań wytrzymałościowych w stałych paliwach raketowych.

5.4 Pozostałe osiągnięcia

5.4.1 Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach

a) kierownictwo w projektach badawczych

1. Projekt: 0041/B/T00/2008/34, *Opracowanie metody otrzymywania pirogenicznych tabletek zapłonowych do paliw raketowych* – kierownik projektu (zakończony w czerwcu 2011).

b) wykonawstwo projektów badawczych

1. Projekt Badawczo – Rozwojowy: 019-12, *Badanie i rozwój nowoczesnych materiałów wybuchowych kruszących, miotających i pirotechnicznych oraz podstaw technologii ich wykonywania*, 2000.
2. Projekt: T09B 026 14, *Termochemia i zmiany strukturalne układów dwuskładnikowych polimer + związek małowcząsteczkowy*, 2000.
3. Projekt: 3-T09B02127, *Opracowanie technologii otrzymywania wysokoenergetycznych układów heterogenicznych zawierających dodatki o zmniejszonej wrażliwości na bodźce zewnętrzne*.
4. Projekt: MC-804300010, *Badania nad otrzymywaniem heterogenicznych paliw raketowych modyfikowanych cyklopentadienylowymi i arenowymi związkami metali przejściowych*.
5. Projekt Badawczo-Rozwojowy: 001/R/T00/2006/01, *Technologia formowania elementów napędowych metodą wytłaczania*.
6. Program Wieloletni PW-004/ITE/02/2006, *Aparatura badawczo-testowa do wykrywania i śledzenia procesów pęknięcia w materiałach wysokoenergetycznych*, Instytut Technologii Eksploatacji – PIB w Radomiu, Instytut Przemysłu Organicznego w Warszawie, **główny wykonawca** z ramienia IPO.
7. Projekt: N501113136, *Modelowanie badania nieliniowych właściwości mechanicznych stałych paliw raketowych w aspekcie ich parametrów użytkowych i balistycznych* – wykonawca.

5.4.2 Autorstwo lub współautorstwo odpowiednio dla danego obszaru: opracowań zbiorowych, dokumentacji prac badawczych

załącznik 8

5.4.3 krajowe nagrody za działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną;

1. Nagroda Rektora Politechniki Warszawskiej I stopnia zespołowa - " Za cykl prac wnoszących istotny wkład do rozwoju badań nad nieklasycznymi materiałami - materiałami wysokoenergetycznymi", 1 październik 2013.
2. Nagroda Rektora Politechniki Warszawskiej zespołowa I stopnia - "Za udział w pracach zespołu z Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej za osiągnięcia naukowe w roku 2012", 1 październik 2013.

5.4.5 udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism – *nie dotyczy*

5.4.6 członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach Naukowych – *nie dotyczy*

5.4.7 staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

Staż naukowy – Politechnika Warszawska, Wydział Chemii, Zakład Materiałów Wysokoenergetycznych, 01.10.1999 – 30.06.2000 (9 miesięcy).

5.4.8 opieka naukowa nad doktorantami – *nie dotyczy*

5.4.9 autorstwo zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego lub

Technologicznego – załącznik 8

5.4.10 pełnione funkcje:

Od roku 2001 pełnię funkcję kierownika Pracowni Badań Balistycznych w Pionkach – zamiejscowej placówki Instytutu Przemysłu Organicznego w Warszawie.

5.4.11 inne osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki – *nie dotyczy*

5.4.12 recenzje publikacji

1. Materiały Wysokoenergetyczne – wydawnictwo IPO – 1 recenzja
2. Central European Journal of Energetic Materials– 1 recenzja

Odnaczenia

- Brązowy medal za zasługi w dziedzinie rozwoju i umacniania obronności Rzeczypospolitej Polskiej (2003)
- Srebrny medal za zasługi w dziedzinie rozwoju i umacniania obronności Rzeczypospolitej Polskiej (2007)