

Hamburg/Warszawa, 2019-11-30

Dr hab. Jacek Sekutowicz  
DESY, Deutsches Elektronen-Synchrotron  
Notkestrasse 85  
22607 Hamburg, Germany  
phone: +494089983860  
mobile: +491759346269  
[jacek.sekutowicz@desy.de](mailto:jacek.sekutowicz@desy.de)

SLAC, Stanford University  
2575 Sand Hill Road  
Menlo Park, California, 94025, USA  
[jksekuto@stanford.edu](mailto:jksekuto@stanford.edu)

NCBJ, Narodowe Centrum Badań Jądrowych  
ul. Andrzeja Sołtana 7  
05-400 Otwock, Poland  
[Jacek.Sekutowicz@ncbj.gov.pl](mailto:Jacek.Sekutowicz@ncbj.gov.pl)

## Recenzja Osiągnięcia Naukowego w Postępowaniu Habilitacyjnym Dla Rady Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej

Tytuł Osiągnięcia Naukowego

Metody stabilizacji przestrzennej wiązki lasera

Autor

Dr Olga Iwasińska-Kowalska

### I. Uwagi wstępne

Zgodnie z §19 ust. 3 pkt. 1 i 2 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. przedstawiam ocenę dorobku naukowego dr Olgi Iwasińskiej-Kowalskiej, ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz opinię na temat spełnienia przez Habilitantkę wymagań Ustawy o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki (Dz. U. Nr 65 poz. 595 z 14 marca 2003 wraz z późniejszymi zmianami).

Osiągnięcie naukowe opisane we Wniosku habilitacyjnym dr Olgi Iwasińskiej-Kowalskiej dotyczy przestrzennej stabilizacji wiązek laserowych. Osiągnięcie przedstawione jest w sześciu publikacjach i patencie, który Habilitantka otrzymała wraz z prof. dr hab. inż. Markiem Doboszem.

Lista sześciu publikacji oraz patent dr Iwasińskiej-Kowalskiej:

- [1] Iwasińska-Kowalska Olga: Air wedge with variable refractive index for precise laser beam steering in a small range, Applied Optics, Optical Society of America, vol. 57, no. 6, 1417-1423, 2018.
- [2] Iwasińska-Kowalska Olga: A system for precise laser beam angular steering, Metrology and Measurement Systems, Polish Academy of Sciences Committee on Metrology and Scientific Instrumentation, vol. 21, no 1, 27-36, 2014.
- [3] Iwasińska-Kowalska Olga: Stabilisation of a laser beam with a liquid filled wedge with variable angle, Optik, vol. 185, 692-698, 2019.

[4] Iwasińska-Kowalska Olga: Liquid-filled adjustable optical wedge applied for deflection of the laser beam, *Advanced Mechatronics Solutions / Jabłoński Ryszard, Březina Tomáš (editors) Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, 319-322, 2016.

[5] Dobosz Marek, Iwasińska-Kowalska Olga: Interference method for ultra-precision measurement and compensation of laser beam angular deflection, *Applied Optics*, Optical Society of America, vol. 53, no 1, 111-122, 2014.

[6] Dobosz Marek, Iwasińska-Kowalska Olga: Zastosowanie nowej interferencyjnej metody pomiaru mikro odchyleń kątowych do stabilizacji kierunku wiązki lasera, *Mechanik: miesięcznik naukowo-techniczny, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich*, vol. 8/9, nr 1, 51-58, 2014.

Patent

[7] Dobosz Marek, Iwasińska-Kowalska Olga: Sposób pomiaru odchyleń kątowych wiązki laserowej i interferometr do pomiaru odchyleń kątowych wiązki laserowej, *Wynalazek*, Numer patentu: PAT.219676, 2013.

Powyższy materiał opisujący osiągnięcie naukowe jest uzupełniony w Załączniku 6 ośmioma artykułami opublikowanymi po uzyskaniu przez dr Iwasińską-Kowalską stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowy i Eksploatacji Maszyn oraz patentem nr. PAT.200760, otrzymanym wraz z prof. dr hab. inż. Markiem Doboszem w 2008 roku.

Łączny Impact Factor siedmiu z czternastu przytaczanych we wniosku publikacji wynosi *10.446*, a z uwzględnieniem poświadczonego przez współautorów procentowego udziału dr Iwasińskiej-Kowalskiej w tych publikacjach, jest on *6.197*. Całkowita ilość cytowań publikacji Autorki od roku 2012, według danych bazy Google Scholar, wynosi 62, a indeks Hirscha jest równy 4, [https://scholar.google.pl/citations?hl=pl&user=0rpvBBUAAAAJ&view\\_op=list\\_works](https://scholar.google.pl/citations?hl=pl&user=0rpvBBUAAAAJ&view_op=list_works).

Dr Olga Iwasińska-Kowalska wygłosiła cztery referaty zaproszone na konferencjach krajowych. Jest recenzentem publikacji w czasopismach *Applied Optics*, *Metrology and Measurements Systems*, *Review of Scientific Instruments*, *Optics and Laser in Engineering* i *Science Asia*.

Dr Olga Iwasińska-Kowalska opiniowała trzy projekty badawcze w latach 2008-2010 oraz brała udział w sześciu projektach krajowych w latach 2003-2018, finansowanych przez KBN, MNiSW i NCBiR. W projekcie badawczym „Urządzenia do interferencyjnego bezstykowego pomiaru długości wzorców końcowych”, finansowanym przez MNiSW w latach 2006-2007, była głównym wykonawcą i pełniła rolę kierownika tego projektu.

Dr Iwasińska-Kowalska jest pracownikiem naukowym Wydziału Mechatroniki PW od 2001 roku, obecnie na stanowisku starszego wykładowcy. Habilitantka prowadzi szeroką działalność dydaktyczną, w tym wykłady, projektowanie i laboratoria. Była dwukrotnie promotorem pomocniczym w przewodach doktorskich. Za swoją pracę dydaktyczną Dr Iwasińska-Kowalska otrzymała dwie nagrody Rektora PW, indywidualną III stopnia w 2013 r. i zespołową II stopnia w 2018 r. oraz medal Komisji Edukacji Narodowej w 2017 r.

## **II. Ocena osiągnięcia naukowego dr Iwasińskiej-Kowalskiej**

Dr Olga Iwasińska-Kowalska od początku pracy w PW zajmuje się problematyką metrologii, a w szczególności, po otrzymaniu stopnia doktora nauk technicznych, doskonaleniem aparatury wykorzystującej lasery w interferometrach do pomiarów długości oraz przemieszczeń zarówno liniowych jak i kątowych. Dokładność pomiarów zależy w znacznym stopniu od przestrzennej stabilności wiązki laserowej. Poprawienie stabilności kątowej wiązki lasera jest przedmiotem

osiągnięcia naukowego opisanego we Wniosku Habilitantki o nadanie jej stopnia doktora habilitowanego. Układ stabilizacji składa się z dwóch głównych elementów, elementu sterującego i czujnika mierzącego odchylenie kątowe. Dr Olga Iwasińska-Kowalska brała udział w pracach nad oboma elementami układu stabilizacyjnego.

We Wniosku przedstawione jest dziesięć rozwiązań technicznych elementu sterującego, korygującego położenie kątowe wiązki lasera. Wymagania stawiane układom sterującym to ich zakres działania ok. 0.1 mrad, dokładność 0.01 mrad i rozdzielczość 0.001 mrad. W czterech rozwiązaniach Dr Iwasińska-Kowalska miała dominujący udział:

- Klin powietrzny,
- Zwierciadło uchylnie,
- Klin cieczowy o sterowalnym kącie,
- Klin uchylny.

Pierwszym, nowatorskim i autorskim rozwiązaniem technicznym jest klin powietrzny, w którym Habilitantka zaproponowała wykorzystanie zależności współczynnika załamania powietrza od ciśnienia. Wybór geometrii klina i manualna zmiana jego objętości w celu regulacji ciśnienia powietrza pokazały, że dla długości fali 632.8 nm lasera HeNe można osiągnąć oczekiwany zakres 0.1 mrad odchylenia wiązki laserowej z rozdzielczością poniżej 1  $\mu$ rad, zmieniając ciśnienie w przedziale od 90 kPa do 130 kPa. Przy wielokrotnym cyklicznym pomiarze, zmniejszającym wpływ czynników zewnętrznych na dokładność pomiaru, rozdzielczość mogła być poprawiona do poziomu 0.2  $\mu$ rad.

Drugim nowatorskim i autorskim rozwiązaniem Dr Iwasińskiej-Kowalskiej dla układu sterującego jest zwierciadło uchylnie, którego ustawienie jest zmieniane przez cienką warstwę piezoelektryczną naniesioną na okrągłą płytkę metalową. Konstrukcja mechaniczna układu pozwoliła na uzyskanie zakresu odchylenia kąтового 0.1 mrad, przy minimalnej elastycznej deformacji płytki metalowej o około 3  $\mu$ m. Układ nie wykazywał i nie wykazuje histerezy działając od ponad pięciu lat. Zmierzona rozdzielczość układu jest niezwykle wysoka i wynosi 25 nm.

Trzecią zaprezentowaną metodą sterowania kąтового jest klin cieczowy o zmiennym kącie. Zaproponowane przez Dr Iwasińską-Kowalską zastosowanie tego rozwiązania do sterowania kąтового wiązką lasera wymagało modyfikacji zapewniającej zachowanie geometrii wiązki laserowej przy spełnieniu wymagań na zakres i rozdzielczość jej pozycjonowania. Klin został zbudowany z dwóch okienek szklanych, tworzących kąt zmieniany przy pomocy sterownika piezoelektrycznego. Przestrzeń utworzonego klina była wypełniana różnymi cieczami: wodą, alkoholem, gliceryną lub olejami immersyjnymi. Największy zakres sterowania,  $0.089 \pm 0.006$  mrad, został osiągnięty dla oleju cedrowego, którego współczynnik załamania wynosi 1.516. Rozdzielczość osiągnięta przy wielokrotnym cyklicznym pomiarze wyniosła 0.1  $\mu$ rad. Pewną niedogodnością proponowanego układu sterowania jest histereza wynikająca z jego konstrukcji mechanicznej, spowodowana głównie sterownikiem piezoelektrycznym. Histereza układu zależy od częstotliwości. Do 10 Hz jest rzędu 15  $\mu$ rad i wzrasta do 50  $\mu$ rad powyżej 500 Hz. Drugim czynnikiem zaburzającym pomiar jest temperatura otoczenia wpływająca na współczynnik załamania cieczy wypełniającej klin. Największą zmianę obserwuje się, gdy klin wypełniony jest wodą, gdyż przy zmianie temperatury o 20°C odchylenie wiązki laserowej zmienia się o 1.4  $\mu$ rad. Zmiany termiczne są jednak zwykle powolne i mogą być efektywnie kompensowane w czasie pomiaru.

Kolejną metodą sterowania odchyleniem wiązki jest klin uchylny. Klin ustawiony jest na drodze wiązki laserowej, a przez obrót klina zmieniany jest kąt padania wiązki na płaszczyznę klina, co w konsekwencji zmienia odchylenie kątowe wiązki. Zależność tę można wykorzystać do kompensacji niestabilności położenia poprzez zastosowanie sprzężenia zwrotnego pomiędzy czujnikiem mierzącym

położenie i sterownikiem poruszającym klinem. Habilitantka opisuje tę metodę skrótowo, odwołując się do szczegółowego jej omówienia w publikacji [1] poświęconej klinowi powietrznemu.

Ostatnim tematem omawianym przez Dr Iwasińską-Kowalską we Wniosku, jako część osiągnięcia naukowego, jest czujnik interferencyjny wykorzystywany do stabilizacji położenia wiązki laserowej. Udział Habilitantki w przyznanej za opracowanie tego czujnika patencie oceniony jest na 15%. Zasada działania zaproponowanego interferometru polega na pomiarze zmiany okresu prążków interferencyjnych w zależności od położenia kąтового wiązki laserowej. Autorka zaproponowała jeden z układów optycznych wykorzystujący kostkę światłodzielącą oraz dwa pryzmaty: narożny i prostokątny. Czujnik został przetestowany z użyciem układu sterującego opartego na zwierciadle uchylnym, pozycjonowanym piezo-translatorem. Eksperyment wykonano ze sprzężeniem zwrotnym wykazując, że układ jest w stanie skompensować zaburzenie kątowe położenia wiązki do 1  $\mu$ rad.

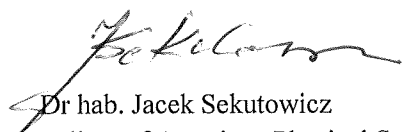
### III. Uwagi odnośnie edycji Wniosku

Poniższe uwagi odnośnie edycji Wniosku i niektórych dostarczonych publikacji nie wpływają na moją pozytywną ocenę przedstawionego osiągnięcia naukowego, a mają jedynie na celu uniknięcie powtórzenia wymienionych niedociągnięć w dalszych publikacjach. We Wniosku występują liczne literówki. Opisy rysunków w tekście nie zawsze są zgodne z oznaczeniami na rysunkach. Zdarzają się powtórzenia słów, a zdania angielskie są często tzw. kalkami językowymi zdań polskich.

### IV. Wnioski końcowe recenzji

Osiągnięcie naukowe dr Olgi Iwasińskiej-Kowalskiej jest opisane we Wniosku w sposób merytorycznie przejrzysty, a niedociągnięcia edytorskie nie wpływają na ocenę samego osiągnięcia. Zaopiniowania zasadności Wniosku o nadanie stopnia dra habilitowanego dokonałem na podstawie dostarczonego materiału podsumowującego osiągnięcia zawodowe Habilitantki, w tym: Jej innowacyjność, pracę dydaktyczną, ilość cytowań Jej publikacji i indeks Hirscha, jak również umiejętności konsekwentnego przeprowadzenia testów zaproponowanych rozwiązań, co osobiście uważam za bardzo cenną cechę pracowników naukowych, zwłaszcza uczelni technicznych. Materiał i inne informacje uzupełniające Wniosek, takie jak: dodatkowe publikacje po uzyskaniu stopnia doktora, otrzymane nagrody, udział w projektach oraz recenzowanie artykułów w renomowanych czasopismach, są dalszym dowodem niewątpliwych dotychczasowych osiągnięć Habilitantki, potwierdzającym Jej aktywność zawodową w dziedzinie laserowych technik pomiarowych.

Uważam, że osiągnięcie naukowe dr Olgi Iwasińskiej-Kowalskiej i Jej dorobek naukowy spełniają wymagania stawiane przez obowiązujące przepisy Ustawy o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki.



Dr hab. Jacek Sekutowicz  
Fellow of American Physical Society