

Politechnika Warszawska
Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych

Warszawa, 26 września 2017 r.

D z i e k a n a t

Uprzejmie informuję, że na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej odbędzie się w dniu 10 października 2017 r. publiczna obrona rozprawy doktorskiej

mgr inż. Antoniny Geras

temat: „Analiza właściwości nowych konstrukcji otwartych fotoakustycznych komór Helmholtza”

promotor – dr hab. inż. Tomasz Starecki, prof. Politechniki Warszawskiej

recenzenci:

prof. dr hab. inż. Tadeusz Pustelny z Politechniki Śląskiej

prof. dr hab. inż. Zbigniew Bielecki z Wojskowej Akademii Technicznej

Obrona odbędzie się w dniu 10 października 2017 r. w sali 116 na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych – Gmach im. Janusza Groszkowskiego, Warszawa, ul. Nowowiejska 15/19; początek godz. 11.00.

Po adresie: www.elka.pw.edu.pl/Wydzial/Rada-Wydzialu/Harmonogram-obron-doktorskich-streszczenia-i-recenzje zapewniony jest na stronie Wydziału dostęp do tekstów streszczenia rozprawy i recenzji, jak również do tekstu rozprawy umieszczonej w Bazie Wiedzy Politechniki Warszawskiej.

Dziekan



prof. dr hab. inż. Krzysztof Zaremba

tytuł pracy:

Analiza właściwości nowych konstrukcji otwartych fotoakustycznych komór Helmholtza

doktorantka:

mgr inż. Antonina Elżbieta Geras

promotor:

dr hab. inż. Tomasz Starecki, prof. PW

promotor pomocniczy:

dr inż. Anna Kaźmierczak-Bałata

streszczenie:

Praca dotyczy analizy właściwości dwóch nowych konstrukcji otwartych komór fotoakustycznych wykorzystujących rezonans Helmholtza - zmodyfikowanej otwartej komory Helmholtza oraz różnicowej otwartej komory Helmholtza. W celu zbadania właściwości tych komór, przeprowadzono szczegółowe symulacje komputerowe, jak również serię pomiarów mającą na celu weryfikację wyników symulacji. Opisano także proces wyboru optymalnych wymiarów elementów komory. Uzyskane wyniki potwierdziły, iż zaproponowane konstrukcje mają lepsze właściwości względem wcześniejszych rozwiązań znanych z literatury.



Katedra Optoelektroniki

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
44-100 Gliwice, ul. Akademicka 2, tel (032) 237-29-02,

GLIWICE, 2017.09.03

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Pustelny
Katedra Optoelektroniki
Politechnika Śląska
e-mail: tpustelny@polsl.pl

Recenzja pracy doktorskiej

Pani mgr inż. Antoniny Elżbiety GERAS pt.:

„Analiza właściwości nowych konstrukcji otwartych fotoakustycznych komór Helmholtza”

Podstawą niniejszej recenzji jest Uchwała Rady Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej z dnia 27 czerwca 2017 roku w sprawie doktoratu Pani mgr inż. Antoniny Geras i skierowana do mnie prośba Pana Dziekana prof. dr hab. inż. Krzysztofa Zaremby o dokonanie recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Antoniny Geras.

Praca doktorska została wykonana pod kierunkiem dr hab. inż. Tomasza Stareckiego, Profesora Politechniki Warszawskiej. Promotorem pomocniczym w niniejszym przewodzie doktorskim była Pani dr inż. Anna Kaźmierczak-Bałata. Praca została zrealizowana na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej

Wyniki swoich badań literaturowych, analiz numerycznych oraz badań eksperymentalnych Pani mgr inż. Antonina Geras zawarła na 124 stronach (objętość pracy wraz ze spisem literatury). Praca zredagowana jest w formie monografii.

Praca zawiera 64 rysunki, wykresy i zdjęcia. (W rzeczywistości ilość rysunków jest istotnie większa, gdyż najczęściej pod jednym numerem Doktorantka umieszcza kilka charakterystyk i kilka schematów. Bogata prezentacja graficzna wyników badań jest istotną wartością pracy. Ułatwia także analizę zawartych w rozprawie treści.

W spisie literatury, z której Doktorantka korzystała przy realizacji swojej rozprawy doktorskiej (zatytułowanej „*Bibliografia*”) zostało wymienionych 220 pozycji. *Bibliografia* jest bardzo bogata. W swojej rozprawie Doktorantka odwołuje się do najistotniejszych pozycji dotyczących fotoakustyki, także do pozycji o wartości historycznej. W głównej części *Bibliografię* tworzą prace nowe, z ostatnich lat, opublikowane w czasopismach o szerokim, ogólnosięciowym obiegu. W tej grupie są 2 prace z współautorstwem Doktorantki.

Praca nie zawiera wykazu dorobku naukowego Doktorantki, co pozwoliłoby na wyrobienie opinii co do Jej dotychczasowej aktywności naukowej, inżynierskiej, organizacyjnej i dydaktycznej.

1. Tematyka rozprawy doktorskiej

Praca doktorska Pani mgr inż. Antoniny Geras, zgodnie z jej tytułem, dotyczy problemu analiz układów fotoakustycznych.

Zjawisko fotoakustyczne jest powodowane przez cykliczne oświetlenie substancji impulsami optycznymi. Substancja, którą tworzy ośrodek sprężysty jest oświetlana falą optyczną o długości z zakresu, w którym występuje absorpcja tego promieniowania w ośrodku. Molekuły ośrodka absorbując padające nań fotony, są wzbudzone do wyższych poziomów energetycznych. Objawia się to lokalnymi i okresowymi zmianami temperatury. Jeśli substancją oświetlaną jest gaz lub jeśli gaz otacza substancję oświetlaną zmianom temperatury substancji towarzyszą zmiany ciśnienia środowiska gazowego które mogą być rejestrowane jako sygnał akustyczny. Zjawisko to zostało zaobserwowane jeszcze pod koniec 19-go wieku. Przez dziesiątki lat było ono intensywnie badane w aspekcie naukowym. W wyniku tych badań, powstała i rozwinęła się fotoakustyka - ważny dział akustyki. Ostatni okres to intensywne badania nad zastosowaniem układów fotoakustycznych do wysokoczułej detekcji składu środowisk gazowych, ale także do identyfikacji składu mieszanin ciekłych oraz detekcji domieszek w ciałach stałych. Układy i systemy fotoakustyczne osiągnęły już bardzo wysoki poziom czułości w zakresie detekcji zmian składu substancji badanej. W opinii akustyków i metrologów czułość układów fotoakustycznych może być jeszcze wyższa. W aspekcie swojej wysokiej i bardzo wysokiej czułości układy fotoakustyczne mają szansę na atrakcyjne zastosowania praktyczne w monitorowaniu i identyfikacji mieszanin gazowych i ciekłych także w badaniach fazy skondensowanej.

W aspekcie naukowym problem podjęty w dysertacji doktorskiej Pani mgr inż. Antoniny Geras polega na poszerzeniu wiedzy z zakresu analiz, projektowania i wytwarzania komór fotoakustycznych i systemów pomiaru zmian ciśnień na bardzo niskim jego poziomie.

Już w tym miejscu pragnę podkreślić, że tematyka rozprawy jest interesująca w aspekcie naukowym, projektowym, technicznym i metrologicznym. Jest również atrakcyjna w perspektywie przyszłych potencjalnych zastosowań praktycznych..

Tematyka pracy doktorskiej Pani mgr inż. Antoniny Geras wpisuje się w nurt aktualnych i ważnych problemów współczesnej fotoakustyki i metrologii.

2. Teza rozprawy doktorski

We wcześniejszych rozdziałach swojej pracy (do rozdziału 6), Doktorantka omawia różne typy komór fotoakustycznych typu Helmholtz'a, w aspekcie ich właściwości metrologicznych. Przedstawia ideę konstrukcji tzw. różnicowej otwartej komory Helmholtz'a i zwraca uwagę na jej potencjalnie lepsze właściwości metrologiczne w stosunku do komór już istniejących (wcześniej opracowanych i stosowanych)

Celem pracy doktorskiej mgr inż. Antoniny Geras było *dokonanie analiz oraz określenie właściwości akustycznych nowoopracowanych otwartych konstrukcji komór fotoakustycznych typu Helmholtz'a.*

Cel pracy doktorskiej został sformułowany na stronie 37 po wcześniejszym omówieniu różnych typów komór fotoakustycznych. Wcześniejsze informacje sprawiają, że cel pracy sformułowany jest jasno i poprawnie.

Doktorantka formułuje kilka tez, których prawdziwość będzie starała się wykazać w trakcie realizacji w swojej rozprawy doktorskiej, a mianowicie:

- *charakterystyka częstotliwościowa (częstotliwość rezonansowa i dobroć) w okolicy rezonansu zwykłej, zamkniętej komory Helmholtz'a (stanowiącej komorę odniesienia) nie powinna zostać znacząco zmodyfikowana (pogorszona) w wyniku konwersji tej struktury do postaci zmodyfikowanej otwartej komory Helmholtz'a lub różnicowej otwartej komory Helmholtz'a;*

- *podczas pracy na częstotliwości rezonansu głównego zarówno zmodyfikowana otwarta komora Helmholtz'a, jak i różnicowa otwarta komora Helmholtz'a powinna tłumić zewnętrzne zakłócenia lepiej niż otwarta komora Helmholtz'a znana z literatury (prac Prof. Tamasza Stareckiego z 2008 roku);*

- zastosowanie detekcji różnicowej w otwartej różnicowej komorze Helmholtz'a powinno skutkować wyraźnym zwiększeniem sygnału wyjściowego na częstotliwości głównego rezonansu komory;

- zastosowanie w otwartej różnicowej komorze Helmholtz'a dwóch źródeł światła, modulowanych w przeciwfazie powinno także skutkować wyraźnym zwiększeniem sygnału wyjściowego;

Wykazanie słuszności i poprawności powyższych tez będzie wymagało od Doktorantki rozwiązania wielu problemów natury projektowej, numerycznej, konstrukcyjnej i metrologicznej.

W kontekście wcześniej podanych w rozprawie informacji, można uznać, że zarówno cel pracy jak również tezy sformułowane są jasno i poprawnie.

3. Zakres rozprawy doktorskiej

Doktorantka analizowane w rozprawie zagadnienia przedstawiła w 10-ciu rozdziałach (Rozdziałem 11-tym jest *Bibliografia*).

Pierwsze 4 rozdziały rozprawy:

- 1. *Wstęp*;
- 2. *Zjawisko fotoakustyczne*;
- 3. *Zastosowanie zjawiska fotoakustycznego*;
- 4. *Struktura przyrządu fotoakustycznego*;

stanowią wprowadzenie w tematykę fizycznej natury zjawiska fotoakustycznego. Doktorantka omawia historię odkryć efektu fotoakustycznego, przedstawia możliwości wykorzystania efektów fotoakustycznych w szeroko rozumianej metrologii i diagnostyce ośrodków gazowych, ciekłych i stałych oraz prezentuje w ujęciu historycznym badania nad opracowaniem różnych typów komór fotoakustycznych. Opisuje analizowane problemy i zagadnienia w sposób prosty, zrozumiały i zwięzły. Robi to jednak kompetentnie i fachowo, akcentując pozytywne ale również negatywne właściwości omawianych rozwiązań. Bogato odwołuje się do światowej literatury problemu systemów fotoakustycznych.

Rozdział 5. *Nowe rozwiązania otwartych komór Helmholtz'a* dotyczy idei komór otwartych, które powinny charakteryzować się lepszymi właściwościami metrologicznymi, od rozwiązań stosowanych dotychczas. Doktorantka omawia idee otwartych komór fotoakustycznych typu Helmholtz'a, zaproponowane i opracowane przez swojego Promotora

– Pan Profesora Tomasza Stareckiego. Na omówionej tam tzw. różnicowej otwartej komorze Helmholtz'a będzie się Doktorantka koncentrowała w badaniach własnych przeprowadzonych w ramach rozprawy doktorskiej.

W rozdziale 6. *Cel, tezy i zakres pracy* sformułowany został program badań własnych, planowanych do wykonania w trakcie rozprawy doktorskiej.

Rozdział 7. *Modelowanie fotoakustycznych komór Helmholtz'a* zawiera opis komór fotoakustycznych metodą analogii elektro-akustycznych, przedstawiając układy fotoakustyczne w formie obwodów elektrycznych. Metoda analogii akusto-elektrycznych w swoim czasie (lata 80-te ubiegłego wieku) stosowana była w akustyce szeroko za sprawą przede wszystkim prac prof. Masona. Metoda rozwijana była z powodzeniem przez Pana Profesora Ignacego Maleckiego. Doktorantka metodę schematów zastępczych będzie stosowała w części dotyczącej analiz numerycznych swojej dysertacji.

Rozdział 8. *Analiza właściwości komór w oparciu o modelowanie* zawiera bardzo bogaty materiał własnych analiz numerycznych, w aspekcie wyznaczania charakterystyk amplitudowo-częstotliwościowych tych komór bazując na opracowanych ich schematach zastępczych. Doktorantka wszechstronnie analizuje numerycznie wiele wariantów konstrukcyjnych różnych typów komór fotoakustycznych..

Analizy numeryczne różnych wersji otwartych komór Helmholtz'a wykazują, że konstrukcje te powinny pozwolić na uzyskanie parametrów istotnie lepszych od parametrów znanych komór, opisanych we wcześniejszej literaturze naukowej tego problemu.

Rozdział 9 pt.: „*Pomiary właściwości komór*” zawiera bogaty materiał badań własnych, wykonanych dla opracowanej i wykonanej różnicowej komory fotoakustycznej. Doktorantka zaprojektowała inteligentne rozwiązanie, które pozwala na łatwą modyfikację różnicowej komory fotoakustycznej, tak aby zmieniać jej wymiary geometryczne, w tym wymiary jej komór, lokalizację źródeł światła i detektorów. Zaproponowane rozwiązanie pozwala właściwie na badania kilku różnych komór, o różnych charakterystykach geometrycznych. Doktorantka otrzymała bogaty materiał badawczy i przeprowadziła jego dyskusję i analizę.

W rozdziale 10 – *Podsumowanie i wnioski* zostały w sposób skondensowany zebrane wnioski wynikające z przeprowadzonych analiz numerycznych i badań eksperymentalnych. Doktorantka podkreśla, że otrzymane w ramach doktoratu wyniki zostały zaprezentowane w publikacjach naukowych i zaprezentowane na konferencjach.

Na końcu rozprawy znajduje się *Bibliografia*, którą stanowi wykaz literatury wykorzystanej przy realizacji pracy doktorskiej. Jak już wspomniano wcześniej, w wykazie znajduje się 220 pozycji naukowych z tematyki podjętej w rozprawie doktorskiej. W większości są to pozycje relatywnie nowe z okresu ostatnich lat.

Zarówno tematyka rozprawy jak również podjęty zakres badań spełniają warunki jakie powinna spełniać praca doktorskie realizowana w dziedzinie nauk technicznych.

4. Ocena rozprawy doktorskiej

W ramach pracy doktorskiej Pani mgr Antonina Geras przeprowadziła staranną analizę literatury problemu komór fotoakustycznych.

Realizacja celu wyznaczonego w rozprawie doktorskiej wymagała od Doktorantki wykonania szeregu analiz i badań numerycznych oraz szerokich badań eksperymentalnych, w tym:

- opracowania modeli nowych komór fotoakustycznych;
- opracowanie analogów elektro-akustycznych opracowanych komór;
- przeprowadzenie analiz numerycznych dla wyznaczenia charakterystyk częstotliwościowych tych komór;
- przeprowadzenia analiz numerycznych w celu określenia charakterystyk tłumienia zewnętrznych zakłóceń akustycznych dla zaprojektowanych i wykonanych komór;
- wykorzystując wyniki analiz numerycznych, określenie wpływu zmian wymiarów geometrycznych komór na charakterystyki częstotliwościowe oraz charakterystyki tłumienia zewnętrznych zakłóceń akustycznych w opracowanych komorach;
- opracowanie projektu komór testowych;
- opracowanie stanowiska badawczego do wykonania pomiarów i testów opracowanych komór;
- wykonanie pomiarów charakterystyk częstotliwościowych opracowanych komór fotoakustycznych w różnych wariantach wymiarowych;
- wykonanie pomiarów i analiz rozstrzygających o konkurencyjności zaproponowanych i opracowanych rozwiązań w stosunku do rozwiązań już istniejących;

Można uznać, że w ramach realizacji swojej rozprawy doktorskiej Pani mgr Antonina Geras dokonała wszechstronnej analizy właściwości dwóch konstrukcji otwartych fotoakustycznych komór Helmholtz'a, określanych w pracy jako:

- zmodyfikowanej otwartej komory Helmholtz'a oraz
- różnicowej otwartej komory Helmholtz'a.

Przeprowadzone badania numeryczne w satysfakcjonującym (dobrym) stopniu są zbieżne z wynikami badań eksperymentalnych. Analizy uzyskanych wyników eksperymentalnych pokazują, że właściwości metrologiczne (w tym, ich charakterystyki amplitudowo-

częstotliwościowe, oraz tłumienie zakłóceń zewnętrznych) zaproponowanych komór Helmholtz'a są lepsze od komór znanych z literatury problemu. Badania wykazały eksperymentalnie, że zastosowanie detekcji różnicowej w komorze różnicowej umożliwia zwiększenie natężenia sygnału wyjściowego na częstotliwości głównego rezonansu w stosunku do komór tradycyjnych przy tych samych parametrach optycznego promienia wzbudzającego. Badania Doktorantki wykazały także, że zastosowanie dwóch źródeł światła, modulowanych w przeciwfazie pozwala na istotne (kilkudziesięcioprocentowe) zwiększenie sygnału wyjściowego.

Podsumowując, należy uznać, że postawione przez Doktorantkę cele rozprawy doktorskiej zostały zrealizowane. Przeprowadzone badania i analizy potwierdzają zasadność przyjętych w rozprawie tez. Zaproponowane rozwiązania otwartych komór fotoakustycznych typu Helmholtz'a stanowią rozwiązania oryginalne i nowatorskie w szerokiej międzynarodowej skali.

Praca doktorska Pani mgr Aldony Geras jest realizowana w zakresie nauk technicznych, w dyscyplinie elektronika. Z tego powodu, uważam, że bardzo ważne są aspekty aplikacyjne pracy. Ważnym jest także, że Doktoranta widzi możliwości kontynuowania podjętej w doktoracie tematyki w przyszłości i ma konkretne plany badawcze.

Zawarty w rozprawie materiał badawczy świadczy, że Pani mgr inż. Antonina Geras jest dojrzałym pracownikiem naukowym, posiadającym umiejętności zarówno samodzielnego formułowania problemów naukowych jak i ich rozwiązywania.

5. Uwagi krytyczne

Układ pracy jest przemyślany i zdaniem recenzenta - poprawny. Praca Pani mgr inż. Antoniny Geras zawiera bogaty materiał badań eksperymentalnych oraz analiz numerycznych. Praca nie jest obszerna - bez *Bibliografii*, liczy 104 strony. Chciałbym podkreślić, że pracę czyta się dobrze. Silną stroną pracy jest prezentacja graficzna wyników przeprowadzonych badań. Praca, w sensie edycyjnym - napisana jest starannie. Usterki edycyjne (tzw. literówki i interpunkcje), zdarzają się bardzo rzadko i nie zasługują, aby wymieniać je w recenzji. Praca wydana jest w formie monografii, co powinno umożliwić jej szerokie rozpowszechnienie w polskim środowisku akustycznym, w szczególności – w środowisku zajmującym się fotoakustyką.

Nie jest tajemnicą, że Doktorantka tematykę pracy oparła na dorobku i doświadczeniu Swego promotora – Pana Profesora Tomasza Staeckiego. W spisie literatury odwołuje się do 11 prac Promotora, w których w dwóch przypadkach jest współautorem.

Doktorantka posiada znaczący dorobek naukowy, mierzony współautorstwem w 10 publikacjach indeksowanych w Bazie Web of Science (oraz bazie SCOPUS). Są to prace o szerokiej, ogólnoświatowej cyrkulacji, w tym: 6 prac opublikowanych w *International Journal of Thermophysics*, po 1 pracy opublikowanej w *Optics Express* oraz *Applied Physics Letters* oraz 2 prace opublikowane w *Proceedings of SPIE*. Prace cytowane były już 22 razy.

Lektura pracy nasunęła mi kilka pytań.

Proszę Doktorantkę, aby w trakcie publicznej obrony wyjaśniła z kim współpracowała w trakcie wykonywania swojej pracy doktorskiej i w jakim zakresie? Doktoranta nikomu nie dziękuje za pomoc w realizacji swojej pracy doktorskiej. A z lektury pracy i szerokiego zakresu przeprowadzonych badań numerycznych i tzw. eksperymentalnych można mieć wrażenie, że przy realizacji pracy miała przy sobie grono życzliwych i pomocnych Jej osób. Współpraca naukowa nie jest niczym nagannym. Przeciwnie jest dużą wartością wzbogacająca każde działanie, a działalność naukową – w szczególności. Proszę o informację dotyczącą współpracy w ramach realizacji swojej rozprawy doktorskiej.


Doktorantka przeprowadziła szerokie badania numeryczne. Nic nie pisze o tym, czy jest autorem opracowanych programów do analizy komór fotoakustycznych. Autorka powszechnie nazywa prowadzone badania numeryczne „symulacjami”. Osobiście nie lubię tego określenia. („Symulować” to zgodnie ze Słownikiem Języka Polskiego – „udawać”, „stwarzać fałszywe pozory”, „świadomie wprowadzać w błąd”). Z tak rozumianymi „symulacjami numerycznymi” przeprowadzone przez Doktorantkę analizy numeryczne nie mają nic wspólnego. Choć muszę przyznać, że termin „symulacje numeryczne” w polskim piśmiennictwie naukowym pojawia się coraz częściej.

Nie ma w rozprawie informacji, czy i z kim współpracowała Doktorantka przy projektowaniu „swoich” (wykonanych w pracy) komór fotoakustycznych. Przez kogo i gdzie zostały fizycznie wykonane komory fotoakustyczne? Kto wykonał układy elektroniczne jako elementy stanowiska badawczego? W dorobku Doktorantki nie doszukałem się żadnych śladów współpracy z promotorem pomocniczym – Panią dr inż. Anną Kazimierczak-Bałata. Na czym polegała ta współpraca?

W części dotyczącej porównania wyników teoretycznych i numerycznych z wynikami eksperymentalnymi Doktorantka pisze, że „*badania eksperymentalne potwierdziły wyniki symulacji numerycznych*”. W nauce zawsze jest odwrotnie.



Wojskowa
Akademia
Techniczna
im. Jarosława Dąbrowskiego

Instytut
Optoelektroniki 

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Bielecki

Warszawa, 18.08.2017r.

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
DLA RADY NAUKOWEJ
WYDZIAŁU ELEKTRONIKI I TECHNIK INFORMACYJNYCH
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ**

**Tytuł rozprawy: Analiza właściwości nowych konstrukcji otwartych
fotoakustycznych komór Helmholtza**

Autor rozprawy: mgr inż. Antonina Elżbieta Geras

- 1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy /teza rozprawy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Antoniny E. Geras, dotyczy analiz i określenia właściwości nowych konstrukcji otwartych fotoakustycznych komór Helmholtza.

Autorka sformułowała następujące tezy pracy:

- charakterystyka częstotliwościowa (częstotliwość rezonansowa i dobroć) w okolicy rezonansu zwykłej, zamkniętej komory Helmholtza (stanowiącej komorę odniesienia) nie powinna zostać znacząco zmodyfikowana (pogorszona) w wyniku konwersji tej struktury do postaci zmodyfikowanej otwartej komory Helmholtza lub różnicowej otwartej komory Helmholtza,**
- podczas pracy na częstotliwości rezonansu głównego zarówno zmodyfikowana otwarta komora Helmholtza, jak i różnicowa otwarta komora Helmholtza powinny tłumić zewnętrzne zakłócenia lepiej niż otwarta komora Helmholtza znana z pracy [Starecki 2008b),**

- zastosowanie detekcji różnicowej w otwartej różnicowej komorze Helmholtza powinno skutkować wyraźnym zwiększeniem sygnału wyjściowego na częstotliwości głównego rezonansu komory,
- zastosowanie w otwartej różnicowej komorze Helmholtza dwóch źródeł światła, modulowanych w przeciwfazie powinno także skutkować wyraźnym zwiększeniem sygnału wyjściowego.

Do udowodnienia tez rozprawy Doktorantka zrealizowała następujące zadania:

- *opracowała modele obydwu nowych komór,*
- *przeprowadziła symulacje umożliwiające określenie charakterystyk częstotliwościowych tych komór oraz charakterystyk tłumienia zewnętrznych zakłóceń akustycznych przez obie komory,*
- *określiła wpływ wymiarów poszczególnych elementów komór na charakterystyki częstotliwościowe oraz charakterystyki tłumienia zewnętrznych zakłóceń akustycznych obu komór,*
- *opracowała konstrukcje mechaniczne komór testowych,*
- *opracowała system przeznaczony do pomiarów charakterystyk opracowanych komór,*
- *wykonała pomiary charakterystyk częstotliwościowych obydwu komór wykonanych w różnych wariantach,*
- *wykonała pomiary na podstawie których można było stwierdzić, że konstrukcja nowych komór poprawia tłumienie zewnętrznych zakłóceń akustycznych w porównaniu z rozwiązaniami podanymi w literaturze.*

Praca doktorska mgr inż. Antoniny E. Geras ma charakter doświadczalny. Składa się ona z 10 rozdziałów oraz bibliografii. Praca zaczyna się od zwięzłego wstępu, w którym przedstawiono celowość stosowania przyrządów fotoakustycznych.

W rozdziale drugim Doktorantka przedstawiła ideę zjawiska fotoakustycznego, oraz określiła czynniki mające wpływ na amplitudę zmian ciśnienia gazu.

W rozdziale trzecim omówiono możliwości zastosowania zjawiska fotoakustycznego.

W rozdziale czwartym Autorka podała klasyczną strukturę fotoakustycznego przyrządu pomiarowego, oraz szczegółowo omówiła poszczególne podzespoły takiego przyrządu. Szczególna uwaga została poświęcona komorom fotoakustycznym, zarówno rezonansowym jak i nierezonansowym.

W rozdziale piątym Doktorantka przedstawiła nowe rozwiązania otwartych komór Helmholtza (zmodyfikowaną otwartą komorę Helmholtza oraz różnicową otwartą komorę Helmholtza).

W rozdziale 6 Doktorantka zawarła cel, tezy i zakres pracy.

W rozdziale 7 omówiono modele fotoakustycznych komór Helmholtza, tzn. model z elementami o stałych skupionych, model z linią długą, oraz model z poprawkami strat.

W rozdziale 8 przedstawiono wyniki symulacji, których celem było określenie przewidywanych właściwości opracowanych przez Autorkę komór. Doktorantka przeprowadziła analizę parametryczną zmodyfikowanej otwartej komory Helmholtza oraz różnicowej otwartej komory Helmholtza pod kątem wyboru optymalnych parametrów mechanicznych tych komór. Otrzymane charakterystyki należało jednak porównać z rzeczywistymi charakterystykami opracowanych komór. Opis opracowanych komór, szczegółowy opis systemu pomiarowego oraz wyniki pomiarów i ich analizę przedstawiono w rozdziale 9.

W rozdziale 10 zawarto podsumowanie wyników pracy.

Rozprawa zawiera 124 strony, w tym aż 10 stron stanowi literatura.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł (w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle) świadcząca o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Załączony wykaz cytowanej literatury obejmuje aż 220 pozycji. Analiza źródeł, zarówno krajowych jak i międzynarodowych, została przeprowadzona właściwie. Przedstawione źródła literaturowe są aktualne i ich lektura świadczy o dostatecznej wiedzy Autora z zakresu merytorycznego rozprawy. Autorka przedstawiła wnioski wynikające z aktualnego stanu wiedzy i na ich podstawie sformułowała cel i tezy rozprawy (str. 37 i 38).

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i przyjęte założenia są uzasadnione?

Dla zrealizowania założonego celu pracy i udowodnienia tez Doktorantka przeanalizowała szereg problemów badawczych, w szczególności źródła światła, detektory odpowiedzi fotoakustycznej i różne rodzaje komór fotoakustycznych, które scharakteryzowano w rozdziale 4 rozprawy. Autorka wykazała, że znane z literatury komory otwarte są wrażliwe na zakłócenia akustyczne i z tego powodu możliwość ich stosowania jest ograniczona. Z tego powodu podjęła próby modyfikacji komory w taki sposób, aby zwiększona została jej odporność na wnikanie zewnętrznych zakłóceń akustycznych, przy zachowaniu dotychczasowych właściwości rezonansowych.

Słuszność tez potwierdzają badania eksperymentalne opisane w rozdziale 9 rozprawy.

Autorka rozwiązała postawione zadania, użyła właściwych metod badawczych, a przyjęte założenia są merytorycznie uzasadnione.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy i poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Do najważniejszych oryginalnych osiągnięć Autorki uznaję:

- przeprowadzenie symulacji komputerowych właściwości dwóch konstrukcji fotoakustycznych otwartych komór Helmholtza, czyli zmodyfikowanej otwartej komory Helmholtza oraz różnicowej otwartej komory Helmholtza,
- opracowanie wielu wariantów ww. komór,
- wykonanie pomiarów charakterystyk częstotliwościowych wielu wariantów komór testowych,
- określenie wpływu średnicy i długości kanałów wewnętrznych oraz zewnętrznych, objętości wnęk buforowych na charakterystyki częstotliwościowe komór,
- uzyskanie poprawy tłumienia zewnętrznych zakłóceń akustycznych badanych komór w porównaniu do wcześniejszych rozwiązań otwartych fotoakustycznych komór Helmholtza,

Są to rozwiązania oryginalne, stanowiące samodzielny dorobek Autorki i wnoszące nowe elementy do poziomu techniki reprezentowanej w literaturze światowej.

5. Czy autor wykazał umiejętności poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

Recenzowana praca została napisana w sposób zwięzły, przekonujący i bardzo dobrą polszczyzną. Układ pracy jest logicznie uzasadniony. Na szczególną uwagę zasługuje bardzo gruntowna analiza źródeł, zarówno krajowych jak i międzynarodowych, podanie metodyki badań i dyskusji otrzymanych wyników.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Jak w każdej rozprawie doktorskiej Autorka nie ustrzegła się drobnych niedociągnięć. Zdaniem recenzenta treść z rozdziałów 1, 2 i 3 powinna być zawarta w jednym rozdziale. Uważam, że 2 strony tekstu nie powinny stanowić rozdziału rozprawy doktorskiej.

Nazwa zastosowanego wzmacniacza na str. 81 (rys. 9.7) powinna być *Lock-In* a nie homodynowy. Jest to przecież detekcja fazoczuła.

Proszę Doktorantkę o odpowiedź na dwa zasadnicze pytania.

- 1) Na ile rozbieżności między przewidywanymi a zmierzonymi charakterystykami różnicowych otwartych komór Helmholtza mogą mieć wpływ na możliwości ich stosowania w układach praktycznych?
- 2) Czy są przewidywane dalsze prace badawcze mające na celu wyjaśnienie w/w rozbieżności między przewidywanymi a zmierzonymi charakterystykami różnicowych otwartych komór Helmholtza?

Doktorantka nie ustrzegła się także pewnych stwierdzeń żargonowych, czy skrótów myślowych, jednakże nie mają one wpływu na wysoką ocenę merytoryczną rozprawy.

Jestem przekonany, że powyższe wątpliwości zostaną wyjaśnione w trakcie publicznej obrony rozprawy.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Wyniki badań przedstawione przez Autorkę rozprawy są wartościowe przede wszystkim z poznawczego punktu widzenia. Praca ma duże znaczenie praktyczne w dobie wytwarzania wysokoczułych sensorów fotoakustycznych.

Uważam, że dalsze prace w tej dziedzinie powinny być kontynuowane. Wynikami tej pracy powinni zainteresować się badacze zajmujący się sensorami fotoakustycznymi.

Praca ta była możliwa była do wykonania w znanym nie tylko w kraju, ale i na świecie Zespole kierowanym przez Profesora Tomasza Stareckiego.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

- a) nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy
- b) wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania
- c) spełniająca wymagania
- d) spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem
- e) wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie

W wypadku bardzo dobrej obrony będę wnioskował o wyróżnienie tej pracy doktorskiej.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska **mgr inż. Antoniny E. Geras** pt. „**Analiza właściwości nowych konstrukcji otwartych fotoakustycznych komór Helmholtza**”, spełnia wymagania przewidziane dla rozpraw doktorskich w aktualnie obowiązującej Ustawie z dn. 14 marca 2003r. o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) **i wnoszę o dopuszczenie jej Autorki do publicznej obrony.**

prof. dr hab. inż. Zbigniew Bielecki