



00-665 WARSZAWA
ul. Nowowiejska 15/19

tel.: (22) 825-37-09
tel.: (22) 660-76-69

fax: (22) 825-23-00
e-mail: ise@ise.pw.edu.pl

prof. dr hab. inż. Ryszard Romaniuk
Dyrektor Instytutu

Warszawa, dnia 17 czerwca 2013 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Romualda Mazerskiego
pt. Opracowanie światłowodu aktywnego emitującego promieniowanie w zakresie widzialnym
dla Rady Wydziału Elektrycznego Politechniki Białostockiej

Podstawa recenzji

Pismo Dziekana Wydziału Elektrycznego Politechniki Białostockiej, z dnia 29 maja 2013 r., nr WE-300.4030/1/2013 w sprawie opracowania recenzji wymienionej rozprawy doktorskiej, oraz wyciąg z protokołu posiedzenia RWE PB w dniu 23.06 br. w sprawie powołania Komisji Doktorskiej.

Przedmiot i charakter rozprawy doktorskiej

Prace nad technologią światłowodów aktywnych ze szkieł wieloskładnikowych mogą być prowadzone bardzo szeroko, ze względu na wielką różnorodność tych szkieł. Pierwszą trudnością, którą musiał pokonać doktorant był wybór grup szkieł do badań. Ten wybór jest zapewne częściowo narzucony przez kierunki badań prowadzone przez ośrodek w którym działa autor pracy. Wybór musi także spełniać kryteria potencjalnej aplikacyjności wyników pracy w przyszłości anonsowanej na początku rozprawy jako nowe światłowodowe źródła promieniowania np. dla celów medycznych.

Na przedmiot badań technologicznych w rozprawie wybrano wieloskładnikowe szkła tellurowe domieszkowane jonami aktywnymi. Takie szkła, które nadają się na utworzenie struktury światłowodu, a więc odpowiedniej struktury refrakcyjnej i termo – mechanicznej, rdzeniowo – płaszczowej. Wybór wydaje się być odpowiedni ze względu na niską wartość energii fononowej w tej grupie szkieł. Oczywiście te szkła były i są badane szeroko także w innych ośrodkach technologii światłowodów i szkieł światłowodowych i fonicznych. Dlaczego więc jest sens prowadzenia własnych badań w takim intensywnie badanym obszarze technologicznym? Światłowody ze szkieł tellurowych są znane. Jednakże nikt nie publikuje ich dokładnych danych, w tym nie ujawnia pełnych składów szkieł. Podawane są raczej niektóre końcowe wyniki charakteryzacji dla głównych parametrów transmisyjnych, absorpcyjno – rozproszeniowych, dyspersyjnych i generacyjnych takich włókien. Prowadzenie własnych badań technologicznych nad możliwą wielką różnorodnością światłowodów funkcjonalnych ma głębokie uzasadnienie, gdyż docelowo tworzy i utrzymuje na aktualnym poziomie nieliczne ośrodki technologiczne mogące podjąć się wytworzenia unikalnych

włókien optycznych dla celów badawczych. Na podstawie takich badań decydowane są obszary ich potencjalnych zastosowań.

Rozprawa ma charakter technologiczny. Jest to specyficzny obszar inżynierii materiałowej, gdzie wskaźnikami przydatności i jakości materiału jest grupa parametrów strukturalnych, optycznych oraz termo – mechanicznych. Celem było znalezienie odpowiedniego składu szkła domieszkowanego jonami ziem rzadkich nadającego się do budowy rdzenia światłowodu aktywnego emitującego światło widzialne w wyniku kwantowego mechanizmu procesu up-konwersji fotonów pobudzających włókno aktywne – czyli podczas pobudzania światłem z obszaru bliskiej podczerwieni. Do takiego szkła rdzeniowego należało oczywiście dobrać odpowiednie niskostratne szkło płaszczowe – dopasowane pod względem refrakcyjnym, i termo – mechanicznym. Części czysto technologicznej, związaniem z modelowaniem i predykcją właściwości szkła oraz wyborem składników i syntezą szkła w postaci objętościowej towarzyszy część charakterystyczna i pomiarowa także o naturze pomiarów technologicznych. Z tych szkieł wytwarzano światłowody, które także charakteryzowano w ujęciu technologicznym.

Struktura rozprawy doktorskiej

Sformułowanie tezy pracy i własne badania technologiczne poprzedzono analizą stanu wiedzy w tym obszarze technologii szkieł światłowodowych i aktywnych włókien optycznych. Pod względem objętości część przeglądowa pracy obejmuje jej połowę. Część przeglądowa zawiera także własne refleksje Autora, szczególnie na temat wybranych szkieł światłowodowych o niskiej energii fononowej, co podnosi jej wartość i dodaje waloru autorskiego.

Praca składa się z siedmiu rozdziałów i części uzupełniających jak wstęp, wykazy oznaczeń, rysunków i tabel. Wstęp przedstawia skrótowo historię laserów włóknowych oraz anonsuje w formie abstraktowej wyniki uzyskane w pracy.

Rozdział 1, który nie jest specjalnie związany bezpośrednio z przedmiotem badań w pracy, odbieram jako próbę Autora dotyczącą potencjalnego aplikacyjnego usytuowania wyników swoich badań np. w obszarze medycznych źródeł światła. Takie tło aplikacyjne pozwala mniej zorientowanemu czytelnikowi pracy na częściowe uzasadnienie i zrozumienie kierunków technologicznych wysiłków badawczych Autora.

Rozdział 2 jest ogólnym przeglądem grupy pierwiastków lantanowców i ich właściwości kwantowych. Jest to wiedza powszechnie znana. Ponieważ Autor wykorzystuje ją w następnych, technologicznych częściach pracy, więc umieszcza ją tutaj dla zwiększenia czytelności rozprawy. Innym celem rozdziału jest pokazanie na szerszym tle obszaru technologicznych działań badawczych prowadzonych w rozprawie. Między innymi Autor skupia się na oddziaływaniu fononowym w tych szkiełach, ponieważ determinuje to wybór szkieł do dalszych badań własnych. Chodzi o wybór szkieł pracujących w zakresie widzialnym a nie bliskiej podczerwieni. Także analizie poddano oddziaływania między-jonowe, ze względu na wykorzystanie w generacji światła zjawiska up-konwersji poprzez absorpcję dwu-fotonową.

Rozdział 3 na temat szkieł i światłowodów domieszkowanych lantanowcami emitującymi w zakresie widzialnym dotyczy już bezpośrednio obszaru tematyki pracy, choć nadal jest zarysowany szerzej. Jest to obszerny przegląd literatury, stanowiący tło technologiczne pracy. Autor kontrastuje szkła wysokofononowe i niskofononowe, choć potem używa wyłącznie niskofononowych. Ponownie, jest to literatura dla czytelnika mniej zorientowanego w tematyce. Ośrodek technologiczny z którego pochodzi Autor prowadzi szerokie badania technologiczne w różnych grupach szkieł światłowodowych i stąd tendencja Autora aby włączać poboczne, w pewnym sensie

również własne, wątki tematyczne. Możliwym usprawiedliwieniem takiego podejścia jest poszukiwanie szkła. To szkło nie zostało zdefiniowane w temacie rozprawy, więc jego poszukiwanie i wybór jest elementem pracy badawczej. W tym poszukiwaniu silnej luminescencji w obszarze widzialnym Autor zapędza się nawet w region szkło-ceramiki, szkieł fosforanowych, ZBLAN, szkieł halogenkowych i chalkogenkowych, których potem nie używa. Zestawia jednak niejako ich właściwości ze szklami badanymi w pracy. Osobny pod-rozdział poświęcono literaturze światowej poświęconej szklom tellurowym oraz wytworzonym z nich światłowodom. I właściwie ta część rozważań literaturowych jest tłem dalszych prac autorskich. Na marginesie – pozycja 103 literatury w tej części pracy nie posiada pełnych danych. Autor podaje jedynie nieliczne pozycje literaturowe dotyczące technologii i danych światłowodów tellurowych. Literatura w tym względzie wydaje się relatywnie uboga. Światłowody tego rodzaju wydawały się marginalne.

W rozdziale 4 Autor definiuje tezę i cele pracy. Przedstawia drogę badawczą oraz dokonuje przeglądu zawartości pracy. Przegląd zawartości pracy w tym miejscu wydaje się niepotrzebny.

Rozdziały 5 i 6 są dokumentacją twórczości własnej Autora rozprawy. Rozdział 5 dotyczy wybranych metod badawczych dla udowodnienia tezy pracy a rozdział 6 przedstawia wyniki własnych badań technologicznych i pomiarowych. Jest to według recenzenta najbardziej wartościowa część pracy, decydująca o jej charakterze jako rozprawy doktorskiej.

W syntetycznym podsumowaniu, stanowiącym rozdział 7, Autor wymienia nurty badawcze w których osiągnął najlepsze rezultaty technologiczne.

Bibliografia zawiera 112 pozycji. Są to prace głównie z dziedziny szkieł światłowodowych, światłowodów wieloskładnikowych, laserów światłowodowych oraz procesów pompowania dwufotonowego. Niektóre prace dotyczą bezpośrednio szkieł tellurowych a jedynie bardzo nieliczne światłowodów tellurowych. Dobór literatury wydaje się właściwy do zakresu pracy.

Osiągnięcia własne doktoranta

Teza i cel pracy

Teza i cele pracy zostały sformułowane prawidłowo, choć moim zdaniem nieco nadmiarowo. Zaletą takiego sformułowania jest jednak brak wątpliwości recenzenta co było do zrobienia i jaki cel Autor ma osiągnąć. Cel pracy sformułowano bardzo szeroko jako opracowanie światłowodu wykazującego luminescencję przy pobudzaniu wielofotonowym w paśmie widzialnym. Taki cel można osiągnąć na wiele sposobów, przy pomocy zupełnie odmiennych technologii. Można więc postawić pytanie o co dokładnie chodziło stawiając taki cel. Na początku pracy nie narzuca się warunków na wybór szkła, ale wiadomo, że ośrodki technologiczne specjalizują się w pewnych rodzajach szkieł. Ośrodków zupełnie uniwersalnych, mogących podjąć badania w zakresie każdego rodzaju szkieł jest niewiele. Ośrodek Białostocki też posiada taką specjalizację, choć oczywiście podlega ona rozszerzeniu. Podsumowując: teza i cele pracy, choć sformułowane dość późno, bo po połowie objętości pracy są przedstawione odpowiednio i następnie są w kolejności realizowane przez Autora.

Metodyka badań

Metodyka badań nowych szkieł jest wysoce standaryzowana i Autor pracy nie ma specjalnej możliwości wyboru. Podstawą jest opracowanie szkła i przeprowadzenie udanej syntezy. Po czym następuje jego charakteryzacja która dotyczy parametrów fizykochemicznych i optycznych. Te etapy pracy dotyczące wybranego szkła zostały przeprowadzone prawidłowo zgodnie ze wszystkimi

regułami sztuki szklarskiej. Istotnym elementem tego etapu była decyzja o doświadczeniu wyboru właściwego szkła do badań.

Wyniki badań doświadczalnych

Tok prac doświadczalnych przebiegał typowo dla tego typu prac technologicznych nad szklami światłowodowymi. Nie ma tutaj w zasadzie innej możliwości wyboru. Po wyborze szkła z układu TeGePbBaNb o określonym składzie konieczna była jego podstawowa charakteryzacja, którą Autor wykonał prawidłowo. Badał charakterystyki optyczne, w tym luminescencyjne, oraz fizykochemiczne, w tym termo – mechaniczne. Szkła były domieszkowane znanymi układami jonu głównego i uczulającego: Yb/Ho, Yb/Tm, Yb/Er. Tego typu szkła i układy aktywne są badane obszernie także w innych laboratoriach. Ze względu na wielką różnorodność szkieł wyniki tutaj przedstawione mają charakter oryginalnej pracy autorskiej.

W wyniku prac doświadczalnych dokonano w miarę pełnej charakteryzacji wytworzonego materiału i zakładanego elementu fonicznego w postaci aktywnego światłowodu tellurowego. Własne wyniki badań technologicznych Autor zestawiał rzetelnie w postaci listy w podsumowaniu. Z tą listą się zgadzam. Opracowanie w pełni funkcjonalnego laboratoryjnego rozwiązania dla aktywnego włókna tellurowego uważam za znaczny sukces badawczy Autora.

Za najważniejsze osiągnięcia własne Autora uważam:

- trafny wybór składu chemicznego szkła światłowodowego do badań i przeprowadzenie skutecznej syntezy;
- wytworzenie metodą tyglową światłowodów z tego szkła domieszkowanego dwoma układem dwóch jonów aktywnych;
- skuteczne pomiary i charakteryzacja tych światłowodów aktywnych.

Słabe strony pracy

Pisanie wstępu aplikacyjnego nieco sztucznie dołączonego do pracy czysto technologicznej wydaje mi się pomysłem nietrafionym. Praca doktorska technologiczna nie koniecznie powinna udowadniać na siłę aplikacyjność. Jest to praca o charakterze zaawansowanych aplikacyjnych badań materiałowych w dziedzinie fotoniki światłowodowej. Każde rozważania uboczne zmniejszają niepotrzebnie siłę oddziaływania tej pracy na uczzonego specjalistę technologa, dla którego jest przeznaczona.

Tło technologiczne pracy wydaje mi się dość rozbudowane. Z jednej strony pokazuje erudycję Autora w obszarze technologii światłowodów ze szkieł aktywnych wieloskładnikowych, z drugiej zaś poddaje chyba nadmiernej dylucji właściwy przedmiot pracy. Osiągnięcia Autora w relatywnie wąskiej dziedzinie technologii aktywnych światłowodów tellurowych są znaczne, wystarczające na rozprawę doktorską, a aż takie rozszerzanie tła sprawia wrażenie jakby Autor nie był pewien swych osiągnięć i koniecznie chciał uzupełnić wąską dziedzinę szerszym tłem.

Redakcja pracy jest niezła i nie budzi większych zastrzeżeń. Co najwyżej można mieć uwagę, że na niektórych uczelniach odchodzi się od wydawania prac doktorskich w formacie jednostronnego brudnopisu A4 na rzecz wydawnictwa w postaci książkowej monografii A5. Wydaje się, że to jest dobra tendencja aby prace doktorskie były wydawane w porządnej postaci książkowo – skryptowej.

Autor dość odważnie wprowadza takie terminy jak kodomieszkowanie, apkonwersja i inne. Dla pierwszego terminu chyba lepszym słowem byłoby współ-domieszkowanie. Niewątpliwie dyskusja terminologiczna w szybko rozwijających się naukach technicznych powinna być prowadzona jak najszerzej.

Powyższe uwagi nie umniejszają znacznej wartości merytorycznej pracy, którą widzę we własnych pracach technologicznych z obszaru szkieł i aktywnych światłowodów tellurowych.

Przydatność rozprawy dla nauk technicznych

Przydatność wyników rozprawy dla nauk technicznych jest znaczna, ale warto ją rozpatrzyć w nieco szerszym kontekście. Światłowodory aktywne są elementem wielu systemów technicznych zarówno o charakterze badawczym jak i aplikacyjnym. Rozszerzanie wiedzy w tym zakresie jest istotnym elementem postępu technicznego. Recenzowana praca ma technologiczny charakter przyczynkowy dotyczący rozwoju takich światłowodów. Wpisuje się ona pozytywnie w szerszy rozwój technologicznego światłowodowego Ośrodka Białostockiego, co tym bardziej zwiększa jej wartość. Ośrodek konsekwentnie rozwija swoje możliwości technologiczne, wyraźnie ukierunkowując je na technologię nowych rozwiązań światłowodów przeznaczonych dla celów niatelekomunikacyjnych, a więc np. funkcjonalnych pasywnych i aktywnych jak źródła, czujnikowych, itp. W przyszłości mogą to być światłowodowe systemy fotoniczne bardziej zaawansowane jak np. System na Światłowodzie czy MOEMS, i inne.

Wnioski

Według mojej opinii, rozprawa doktorska mgr inż. Wojciecha R. Mazerskiego spełnia wymagania przepisów państwowych dotyczących procedury nadawania tytułu doktora nauk technicznych. Wnioskuje o dopuszczenie doktoranta do dalszych etapów procesu doktoryzowania.

prof. dr hab. inż. Ryszard Romaniuk

