

prof. dr hab. Janusz Braziewicz
Instytut Fizyki
Uniwersytet Jana Kochanowskiego
ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr Hiba Musadaq Salim Al-Hameed
**„Study on the application of phototransferred thermoluminescence
to reassessment of radiation dose using MCP-N and MTS-N detectors”**

Rozprawa doktorska „**Study on the application of phototransferred thermoluminescence to reassessment of radiation dose using MCP-N and MTS-N detectors**” *pani mgr Hiba Musadaq Salim Al-Hameed* została wykonana na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Łódzkiego pod kierunkiem doktora habilitowanego Andrzeja Korejwo, profesora Uniwersytetu Łódzkiego. Treść rozprawy została zawarta na 125 stronach w 7 głównych rozdziałach zakończonych rozdziałem podsumowania i wniosków oraz bibliografią składającą się z 83 pozycji.

Termoluminescencyjna metoda pomiaru dawek promieniowania jonizującego zaliczana jest do uśredniających metod całkujących po czasie trwania pomiaru. Jest ona bardzo wygodna w praktyce, toteż dotychczasowy szeroki obszar jej zastosowań stale rośnie. Wśród zalet metody można wymienić:

- możliwość pomiaru dawki dla każdego rodzaju promieniowania jonizującego, tj. dla promieniowania α , β , γ i n
- szeroki zakres pomiaru dawek w granicach od kilku μGy do 10^4Gy
- wysoka dokładność pomiaru (błąd statystyczny poniżej 2%)
- szeroki zakres liniowości zależności odpowiedzi detektora TL od dawki promieniowania.

Metoda ta jednak nie jest pozbawiona niedoskonałości, a jej najważniejszymi wadami są:

- charakterystyki TL silnie zależą od warunków obróbki termicznej dawkomierzy
- pomiar jest pomiarem względnym, co oznacza konieczność każdorazowego dokonywania kalibracji i wyznaczenia współczynnika konwersji odpowiedzi TL na dawkę
- odpowiedź TL na dawkę promieniowania zależy od jego rodzaju i energii
- poszczególne dawkomierze (nawet z tej samej partii produkcyjnej) wykazują duży rozrzut czułości między sobą.

W trakcie pracy z materiałami termoluminescencyjnymi istotnym jest ściśle stosowanie ustalonych procedur postępowania, tj. przechowywania, obróbki termicznej, ekspozycji i odczytu dawkomierzy.

Istnieje wiele materiałów wykazujących luminescencję, lecz współcześnie największe zastosowanie mają fluorek litu aktywowany magnezem i tytanem (oznaczany LiF:Mg, Ti) oraz fluorek litu aktywowany magnezem, miedzią i fosforem (LiF:Mg, Cu, P). Ten ostatni cieszy się obecnie wielkim zainteresowaniem z powodu swojej wysokiej czułości i szerokiego zakresu pomiarowego. Z materiałów tych wykonuje się metodą spiekania trwałe mechaniczne pastylki służące jako dawkomierze. Dawkomierze takie pod nazwami handlowymi MTS-N (z LiF: Mg, Ti o naturalnym składzie izotopowym litu) oraz MCP-N (z LiF: Mg, Cu, P o naturalnym składzie izotopowym litu) zostały wykorzystane w niniejszej pracy.

Celem rozprawy było badanie wpływu parametrów stymulacji termicznej i stymulacji UV na jakość wyznaczania dawki promieniowania z wykorzystaniem zjawiska PTTL (PhotoTransferred ThermoLuminescence), a w konsekwencji – poszukiwanie warunków stymulacji optymalnych ze względu na dokładność wyznaczenia dawki.

Treść rozprawy

Zawartość merytoryczna pracy została podzielona przez autorkę na 7 niezależnych rozdziałów, zakończonych bogatym spisem referencji z 83 pozycjami literatury. Zamieszczona bogata grafika w postaci rycin oraz uzupełniające tabele ułatwiają literaturę.

Autorka w pierwszym rozdziale dysertacji definiuje cele, jakie sobie stawia do rozwiązania, oraz opisuje w nim swój wkład w realizację przeprowadzonych badań.

Wprowadzenie do zagadnień ochrony radiologicznej przed promieniowaniem jonizującym oraz podstaw zjawiska termoluminescencji znajdujemy w rozdziale 2. Autorka przedstawia tutaj podstawowe pojęcia ochrony radiologicznej i dozymetrii promieniowania jonizującego. Sygnalizuje też istotne cechy charakterystyczne dla tej techniki oraz konieczność prowadzenia wyrafinowanych technik optymalizacji procesu detekcji promieniowania i związanego z tym pomiaru deponowanej dawki.

W kolejnych rozdziałach 3 i 4 Autorka przedstawiła omówienie zjawiska termoluminescencji w zwykłym znaczeniu tego słowa, oraz termoluminescencji stymulowanej światłem (PTTL) i zastosowanie procedury dozymetrii termoluminescencyjnej w różnych dziedzinach.

W następnych, tj. 5 i 6 rozdziale, mgr Hiba Musadaq Salim Al-Hameed, prezentuje sprzęt stosowany w jej badaniach. Bardzo starannie i rzetelnie przedstawiła metodykę pomiarów.

Autorka opisuje z niezwykłą starannością eksperymentalne aspekty związane z techniką przygotowania, napromieniania i odczytu informacji dozymetrycznej zapisanej w stosowanych detektorach TL. W tej części pracy Autorka bardzo dokładnie zapoznaje czytelnika z istotą wykorzystania techniki TLD, co stanowi istotne ułatwienie w rozumieniu dalszego tekstu rozprawy.

Szczególnie istotna jest 7 część pracy, zatytułowana „Results and discussion”. Autorka wykonała swoje pomiary przy pomocy dwóch rodzajów dozymetrów: MTS-N i MCP-N, charakteryzujących się szerokim zastosowaniem praktycznym. Przy użyciu dedukowanego czytnika RA’04 zarejestrowała wiele wyników pomiarów, przy różnych dawkach promieniowania jonizującego i w różnych warunkach ekspozycji na promieniowanie UV połączonej z ogrzewaniem detektorów. Autorka badała ze szczególną starannością wiele kombinacji warunków pomiarowych. Jej zakres dawek promieniowania sięgał 1 Gy dla detektorów MTS-N oraz 25 mGy dla wysokoczułych detektorów MCP-N. Pani mgr Hiba Musadaq Salim Al-Hameed zbadła, jak wydajność odczytu danych PTTL zależy od długości fali promieniowania UV, oraz od czasu ekspozycji UV i od temperatury wyprężania detektorów. Analizowała wszystkie dostępne długości fal promieniowania UV (254, 302 i 365 nm) i wykazała, że w badanym zakresie najlepsze wyniki otrzymuje się przy $\lambda = 254$ nm. Wówczas natężenie światła termoluminescencji jest znacznie większe, niż przy innych długościach fal promieniowania UV. Po wyborze optymalnej długości fali światła UV badała wydajność świecenia detektorów wykorzystując zjawisko PTTL w szerokim zakresie parametrów stymulacji, takich jak czas ekspozycji na promieniowanie UV połączonej z nagrzewaniem detektorów (od 30 min. do 8 godz. dla detektorów MTS-N i od 10 min. do 4 godz. dla detektorów MCP-N) oraz temperatura ogrzewania w trakcie ekspozycji UV (od 33°C do 140°C dla detektorów MTS-N i od 30°C do 120 °C dla detektorów MCP-N).

Autorka przedstawiła w sposób różnorodny wyniki swoich: jako wykresy świecenia otrzymane w trybie XREADER, tabele sumaryczne zarejestrowanej liczby zliczeń, wykresy zależności liczba zliczeń a dawką wraz z parametrami opisującymi aproksymację tych zależności, a także wykresy przedstawiające w sposób syntetyczny zestawienia wyników pomiarów.

W ostatnim rozdziale pani Hiba Musadaq Salim Al-Hameed wskazała na optymalne warunki ekspozycji UV i obróbki termicznej detektorów TL, oceniła przydatność zastosowania metody PTTL do powtórnej oceny dawki za pomocą badanych detektorów oraz zaproponowała kierunki rozszerzenia badań.

W końcu pracy znajdujemy dokładną dyskusję otrzymanych wyników dotyczących zgodności i rozbieżności.

Wszystkie otrzymane wyniki eksperymentalne zostały opracowane i przeanalizowane bardzo starannie.

Komentarze i uwagi krytyczne

Ogólnie pracę oceniam bardzo wysoko tak za jakość jak i ilość przeprowadzonych pomiarów. Zasadnicza część pracy, obejmująca przeprowadzenie badań eksperymentalnych oraz analizę uzyskanych wyników, została przeprowadzona bardzo dokładnie i rzetelnie. W trakcie lektury pracy nie napotkałem większych błędów merytorycznych, a te nieliczne, należące do grupy tzw. edytorskich nie są istotne

Wnioski końcowe

Rozprawa została napisana poprawnym językiem angielskim. Przyjęta forma prezentacji zagadnień, bogato ilustrowana licznymi rycinami, jasna i zrozumiała. Wyniki w postaci liczbowej są przedstawiane w tabelarycznych zestawieniach.

Wysoko oceniam wartość przedstawionej rozprawy doktorskiej i uważam, że wnosi ona istotny wkład w zakresie doskonalenia technik dozymetrii promieniowania jonizującego. Wyniki dotychczasowej pracy naukowej pani mgr Hiba Musadaq Salim Al-Hameed zostały częściowo opublikowane w 3 artykułach naukowych w renomowanych czasopismach, w których była Ona główną autorką lub współautorką.

Recenzowana rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a także świadczy o Jej umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Postawione cele naukowe zostały przez Autorkę w pełni osiągnięte.

Uważam, że recenzowana praca doktorska spełnia wszelkie wymagania stawiane dysertacjom na stopień doktora nauk fizycznych i dlatego wnioskuję o dopuszczenie pani mgr Hiba Musadaq Salim Al-Hameed do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Kielce, 5 lutego 2020 r.

