
Prof. dr hab. inż. Maria Gazda,
Instytut Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej
Politechnika Gdańska

Recenzja pracy doktorskiej mgr Małgorzaty Juniewicz

Pt. "Retrospektywna dozymetria promieniowania jonizującego w wybranych szklach powszechnego użytku metodą spektroskopii EPR w zakresie dawek typowych dla wypadków radiacyjnych"

1. Informacje ogólne

Rozprawa doktorska mgr Małgorzaty Juniewicz dotyczy ważnych zagadnień związanych z określeniem dawek promieniowania jonizującego pochłoniętych przez ludzi w sytuacjach, gdy nie jest/był możliwy ich bezpośredni pomiar. W szczególności, przedstawiona praca jest poświęcona wykorzystaniu spektroskopii elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR) do dozymetrii retrospektywnej. Tematyka rozprawy jest bardzo istotna ze względu na obecność wielu źródeł promieniowania jonizującego w otoczeniu człowieka a także ze względu na zawsze istniejącą możliwość awarii reaktorów jądrowych lub wypadków radiacyjnych związanych z innymi nieprzewidywanymi zdarzeniami. Nie mam wątpliwości, że wyniki badań przedstawione w pracy są ważne i aktualne.

Pani Małgorzata Juniewicz przygotowała rozprawę doktorską w Katedrze i Zakładzie Fizyki i Biofizyki Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego w Gdańsku pod opieką promotora prof. dr. hab. Bartłomieja Ciesielskiego i promotora pomocniczego dr. n. med. Agnieszki Marciniak. Oceniana rozprawa doktorska została zaprezentowana jako cykl czterech opublikowanych prac. Wszystkie publikacje cyklu zostały opublikowane w czasopiśmie z listy JCR o sumarycznym współczynniku oddziaływania ponad 11,7 (1,321; 1,925; 2,017 i 6,641). Dwie prace z 2019-go i 2020 roku były cytowane w sumie 17-krotnie, natomiast prace z 2022-go roku w sumie 3-krotnie, co wynika z krótszego czasu, który upłynął od ich opublikowania. Dodam, że wprawdzie Pani Juniewicz, zapewne ze względu na dużą liczbę współautorów, nie dołączyła do cyklu pracy pt. „EPR dosimetry intercomparison using smart phone touch screen glass” z 2014-go roku, ale chciałabym podkreślić, że ta praca była cytowana 56-krotnie, co wyraźnie pokazuje wagę i aktualność badań dotyczących zastosowania EPR do dozymetrii retrospektywnej.

Udział pani mgr Małgorzaty Juniewicz w pracach przedstawionych jako cykl publikacji jest dość precyzyjnie opisany i nie budzi zastrzeżeń. We wszystkich pracach, poza pracą przeglądową, uczestniczyła ona w prowadzeniu badań eksperymentalnych, w szczególności wykonywała badania lub część badań metodą spektroskopii EPR, uczestniczyła w analizie i dyskusji wyników oraz w przygotowaniu manuskryptu. W ramach przygotowania pracy nr 2

Pani Juniewicz pozyskała próbki do badań i nawiązała współpracę z grupą badawczą z IMP PAN w Gdańsku. Należy też podkreślić, że udział pani Juniewicz w powstaniu wszystkich publikacji obejmował także zagadnienia związane z opracowaniem koncepcji pracy.

2. Ocena układu pracy, informacja o jej poszczególnych częściach

Praca ma strukturę typową dla prac będących cyklem publikacji i zawiera wszystkie wymagane części. Tekst załączonych publikacji jest poprzedzony wykazem literatury, streszczeniami pracy, w języku angielskim i polskim, listą skrótów i listą publikacji. Rozdziały nazwane przez Autorkę „Streszczeniem” stanowią w rzeczywistości przewodnik do rozprawy. Przewodnik składa się z pięciu głównych rozdziałów. Rozdział pierwszy to wprowadzenie, drugi zawiera określenie celu pracy, natomiast trzeci prezentuje materiały i metody zastosowane w pracy. Rozdział 4 przedstawia wyniki badań, które zostały opisane w publikacjach należących do cyklu, natomiast piąty to podsumowanie.

3. Ocena zawartości merytorycznej pracy

3.1 Ocena zastosowanego piśmiennictwa

Bibliografia zawarte w części opisowej rozprawy składa się z 34 pozycji, przy czym nie jest dla mnie jasne czym różni się odnośnik [10] od [27], szczególnie że [27] różni się nieco tytułem, ale nie byłam w stanie odnaleźć takiego dokumentu w google scholar (jedynie cytowanie). Pani Juniewicz jest współautorką 3-ch cytowanych prac. Każda publikacja tworząca rozprawę zawiera między 15 a 70 pozycji literaturowych. Literatura została wybrana prawidłowo, obejmuje pozycje od 1995 do 2023-go roku i jest wyczerpująca.

3.2 Cel pracy

Jako cele pracy, Autorka wyszczególniła cztery cele główne:

- Zbadanie stabilności sygnałów EPR oraz określenie wpływu preparatyki próbki na sygnał tła i sygnał dozymetryczny EPR w szklach ekranów smartfonów.
- Charakterystyka widm EPR generowanych radiacyjnie w szklach oraz weryfikacja możliwości ich zastosowania jako potencjalnego dozymetru do retrospektywnego określenia dawek.
- Zbadanie efektów ekspozycji na światło naturalne i sztuczne i określenie ich wpływu na wiarygodność dozymetrii oraz zaproponowanie sposobu zminimalizowania tych wpływów na zrekonstruowaną dawkę.
- Opracowanie metody pozwalającej na rekonstrukcję pochłoniętej dawki bez konieczności posiadania informacji o sygnale tła natywnego badanej próbki.

Cele zostały sformułowane w sposób jasny, chociaż niektóre „cele główne” wydają mi się nieco za bardzo szczegółowe. Ciekawi mnie, a odpowiedź chciałabym usłyszeć na obronie, jak Autorka sformułowałaby cel pracy, gdyby został narzucony warunek jego wyrażenia w jednym zdaniu.

Realizacja celów pracy wymagała: wybrania i przygotowania materiału do badań, opracowania metodologii badań metodą EPR, przeprowadzenia badań próbek pierwotnych oraz poddanych napromieniowaniu, naświetleniu i wygrzewaniu oraz przeanalizowania wyników.

3.3 Materiały do badań

Jako materiał do badań zostało wybrane szkło, w szczególności szkło będące zawsze w pobliżu ludzi, tzn. szkło stanowiące ekrany lub ochronę ekranów telefonów komórkowych oraz szkło zegarkowe. Co ważne, część próbek stanowiło materiał badawczy w międzynarodowym projekcie dozymetrii porównawczej. Podsumowując, dobór materiałów do badań uważam za bardzo ciekawy i przede wszystkim za bardzo trafny, odpowiedni do celów postawionych w pracy.

3.4 Zastosowane metody badawcze

Realizacja celów pracy wymagała zastosowania następujących metod badawczych:

- Przygotowanie próbek do badań: Autorka wprawdzie otrzymała gotowe próbki szkła, jednak konieczne było ich odpowiednie oczyszczenie i przygotowanie tak, aby możliwe było prowadzenie badań EPR. Te czynności pozornie wydają się proste i niewarte wzmiankowania jednak w rzeczywistości są bardzo ważne, gdyż mogą one wpłynąć na właściwości badanego materiału.
- Przygotowanie próbek w kontrolowany sposób napromieniowanych promieniowaniem rentgenowskim.
- Poddanie próbek nienapromieniowanych i napromieniowanych promieniowaniem rentgenowskim różnym czynnikom zewnętrznym, tzn. naświetleniu światłem widzialnym i UV o różnym natężeniu i wygrzewaniu w podwyższonej temperaturze.
- Spektroskopia elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR).
- Analiza ilościowa widm EPR oraz analiza statystyczna otrzymanych wyników.

Podsumowując, stwierdzam, że metody badawcze zastosowane do realizacji celów pracy doktorskiej Małgorzaty Juniewicz zostały wybrane i zastosowane prawidłowo. W recenzji wymieniłam wszystkie lub prawie wszystkie metody badawcze wykorzystane w opublikowanym cyklu prac. Część badań było prowadzone bezpośrednio przez Autorkę rozprawy a część przy jej współudziale.

3.3 Ocena wyników i omówienia wyników badań

Z całym przekonaniem stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr Małgorzaty Juniewicz zawiera bardzo ciekawe i nowe wyniki, które mogą w przyszłości stanowić wkład do opracowania metody dozymetrii retrospektywnej wykorzystującej spektroskopię EPR. Za szczególnie warte podkreślenia uważam:

- Wykazanie, że napromieniowanie szkła promieniowaniem rentgenowskim zmienia właściwości szkła rejestrowane poprzez sygnał EPR.
- Pokazanie, że w zakresie do 20 Gy, sygnał dozymetryczny zależy liniowo od dawki.
- Przeanalizowanie kinetyki zaniku sygnału EPR wynikającego z napromieniowania szkła, co pozwoliło na stwierdzenie, że dozymetrię EPR można wykorzystać w okresie kilkunastu miesięcy po napromieniowaniu.
- Pokazanie i przeanalizowanie wpływu czynników zewnętrznych (światło i temperatura) na sygnał dozymetryczny.

- Zaproponowanie metody ilościowej korekty sygnału dozymetrycznego dla tych szkieł, których sygnał EPR odpowiadający składowej indukowanej światłem i składowej dozymetrycznej różni się kształtem.
- Opracowanie metody dawki dodanej i wygrzewania umożliwiającej wyznaczenie sygnału tła w przypadku, gdy próbki nienapromieniowane nie są dostępne. Zweryfikowanie tej metody dla szkła zegarkowego.

Wymienione powyżej wyniki pokazują, że cel pracy został zrealizowany i że możliwe jest wykorzystanie spektroskopii EPR w szkłe do wstępnej oceny dawki pochłoniętej przez osoby napromieniowane w wypadkach radiacyjnych nawet po upływie pewnego czasu od zdarzenia. Wyniki te są ważne głównie ze względu na badania podstawowe w dyscyplinie nauki medyczne, ale uważam, że mogą także znaleźć zastosowanie praktyczne.

3.4 Uwagi, pytania

Prace należące do cyklu publikacji ocenianego doktoratu były oceniane przez w sumie przez kilkunastu recenzentów, specjalistów w tematyce dotyczącej spektroskopii EPR oraz dozymetrii, niemniej jednak, w trakcie lektury autoreferatu i samych publikacji nasunęły mi się pewne uwagi i pytania.

- 1) W mojej opinii, jako osoby zajmującej się materiałami, opis próbek szkła wykorzystanych do badań jest niewystarczający: (1) w opisie tabeli 1 nie podano, czy procenty są molowe, czy wagowe; (2) różniący się system opisu składu (pierwiastki/tlenki) dla GG i pozostałych utrudnia ich porównanie; (3) dlaczego nie został zbadany skład pierwiastkowy GG? Skład podany w tabeli jest niepełny – GG jest hartowane chemicznie, co oznacza że w powierzchniowej warstwie szkła zachodzi wymiana Na na K. Można, zatem oczekiwać obecności potasu w składzie szkła. Zdaję też sobie sprawę z tego, że powiązanie składu szkła z przedstawionymi w pracy badaniami nie było przedmiotem tej pracy. To, z kolei, prowadzi do uwagi nr 2), którą traktuję nie jako uwagę krytyczną, ale element dyskusji naukowej:
- 2) Czy głębsza analiza porównawcza związku sygnału EPR, a szczególnie sygnałów dozymetrycznego i indukowanego światłem, ze składem poszczególnych typów szkła nie umożliwiłaby w przyszłości opracowania metodologii dozymetrii retrospektywnej bardziej zindywidualizowanej, zależnej od rodzaju szkła?
- 3) W opisach źródeł promieniowania rentgenowskiego oraz ultrafioletowego zabrakło mi charakterystyki widmowej.

Inne drobne uwagi:

- 4) Zdanie „Szkło jest nieorganicznym, amorficznym, przezroczystym materiałem ceramicznym” (str. 8) jest zbyt dużym uogólnieniem. Autorka powinna była napisać „Szkło badane w tej pracy jest...”. W ogólności szkło może być również organiczne a także może być nieprzezroczyste.
- 5) Sformułowanie „Ferromagnetic precipitates”, które w autoreferacie zostało przetłumaczone jako „osady ferromagnetyczne”, oznacza w tekście źródłowym (Griscom) raczej wydzielenia faz ferromagnetycznych.

- 6) Kruszenie szkła powoduje nie tyle wprowadzenie naprężeń mechanicznych (str. 16), co ich zmniejszenie (pękanie to proces, w którym energia sprężysta obecna/wprowadzona do materiału przed pęknięciem jest zużywana na zerwanie wiązań oraz utworzenie nowych powierzchni).
- 7) Trochę błędów zauważyłam w spisie literatury, co jest dziwne ponieważ nawet jeśli Autorka sporządziła go ręcznie, to pozycji jest na tyle mało, że błędy łatwo znaleźć. Np. na stronie 15, 22 i kilku innych gdzie cytowana jest pozycja [10], powinna być [9], na str. 11 zamiast odnośników [11, 27] powinno być albo, [10, 27], albo raczej tylko [10], ponieważ odnośnik [27] jest niedostępny a wydaje się tożsamy z [10].
- 8) Dodatkowa uwaga odnośnie literatury – uważam, że przynajmniej w literaturze pracy doktorskiej, gdzie nie ma narzuconych ograniczeń edytorskich, w każdej pozycji należy podać wszystkich autorów pracy (nawet jeśli jest kilkudziesięciu współautorów).
- 9) Nieco zdziwiło mnie sformułowanie (str. 22): „Najdokładniejsza definicja tego terminu (tzn. granicy wykrywalności) określona została przez Fattibene i in. [10] jako „dawka minimalna, którą można wykryć z określonym prawdopodobieństwem”.” Czy to jest naprawdę dokładna definicja? Co to jest „określone prawdopodobieństwo”?

Podsumowując, stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr Małgorzaty Juniewicz stanowi oryginalne rozwiązanie ważnego problemu naukowego należącego do dyscypliny Nauki Medyczne. Praca przedstawia bardzo ciekawe, nowe i wartościowe wyniki a cel sformułowany przez Autorkę został osiągnięty. Wymienione w recenzji niedociągnięcia są nie zmniejszają wartości naukowej pracy. Małgorzata Juniewicz bez wątpienia wykazała się dużą samodzielnością w prowadzeniu pracy naukowej oraz dużą wiedzą teoretyczną. Praca w pełni spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim wynikającym z Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021r. poz. 478 ze zm.) i wnoszę o dopuszczenie jej do dalszego toku przewodu doktorskiego.

M. Gazda