Gliwice, 21.04.2026

Prof. dr hab. n. fiz. Krzysztof Ślosarek

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr Wioletty Lniak-Szulińskiej

Opracowanie osłony pochłaniającej neutrony termiczne dla implantowanych urządzeń kardiologicznych

Rozprawa doktorska pani mgr Wioletty Lniak-Szulińskiej pt. „*Opracowanie osłony pochłaniającej neutrony termiczne dla implantowanych urządzeń kardiologicznych*" spełnia wymogi rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, postępowaniu habilitacyjnym oraz postępowaniu o nadanie tytułu profesora.

W związku z powyższym wnoszę do Wydziału Nauk Ścisłych i Technicznych, Instytutu Fizyki im. Augusta Chełkowskiego Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauk fizycznych

Uzasadnienie

Przedstawione zagadnienie, stanowiące temat rozprawy doktorskiej, dotyczy zaprojektowania osłony pochłaniającej neutrony termiczne dla implantowanych urządzeń kardiologicznych. Problem wpływu promieniowania podczas radioterapii na działanie urządzeń elektronicznych w ciele pacjenta, w szczególności rozruszników serca, jest znany i badany od wielu lat. Wpisanie w przeglądarkę internetową hasła „radiotherapy and pacemakers * pdf" skutkuje uzyskaniem ponad 3500 wyników.

Zagadnienie to jest na tyle istotne, że American Association of Physicists in Medicine opublikowało w 2019 roku raport techniczny dotyczący postępowania z pacjentami poddawanymi radioterapii, którzy mają wszczepiony rozrusznik serca. Również europejskie towarzystwa naukowe opracowały liczne rekomendacje w tym zakresie.

Należy jednak zauważyć, że większość prac naukowych dotyczących tego problemu koncentruje się na ochronie przed promieniowaniem fotonowym i elektronowym, najczęściej stosowanym w radioterapii klinicznej. Recenzowana rozprawa doktorska podejmuje natomiast zagadnienie związane z promieniowaniem neutronowym, co czyni ją szczególnie wartościową i godną uwagi.

Doktorantka zaprojektowała osłonę chroniącą urządzenia kardiologiczne przed promieniowaniem neutronowym, przeprowadziła niezbędne symulacje komputerowe oraz wykonała pomiary dozymetryczne. Ukoronowaniem tych działań jest złożenie wniosku patentowego, co stanowi rzadkość w przypadku dysertacji doktorskich i zasługuje na bardzo pozytywną ocenę.

Analiza pracy

Recenzowana dysertacja składa się z siedmiu rozdziałów, bibliografii oraz spisów: rycin, tabel, skrótów i kodów źródłowych, a także streszczeń w języku polskim i angielskim. Całość liczy 91 stron. Praca nie ma typowego dla rozprawy doktorskiej układu, jednak zastosowany podział materiału jest w pełni akceptowalny i zrozumiały. Wynika on ze specyfiki podejmowanego zagadnienia, które obejmuje trzy

zasadnicze obszary: symulacje komputerowe, projekt i wykonanie osłony oraz pomiary strumienia neutronów i fotonów.

Pierwszy rozdział, „Wprowadzenie i cel pracy" (3 strony), zawiera opis problemów związanych z zastosowaniem urządzeń kardiologicznych w radioterapii oraz jednoznacznie sformułowany cel pracy, którym jest opracowanie osłony przeznaczonej do zastosowania w radioterapii, mającej na celu ochronę implantowanych urządzeń elektronicznych (kardiologicznych) przed niskoenergetycznym promieniowaniem neutronowym.

Drugi rozdział, „Promieniowanie neutronowe" (12 stron), stanowi zwięzły opis charakterystyki promieniowania neutronowego oraz metod jego detekcji. Zagadnienie promieniowania neutronowego w radioterapii przedstawiono głównie z punktu widzenia jego wytwarzania. Opis budowy liniowego przyspieszacza elektronów zaprezentowano poprawnie, z wykorzystaniem bogatej i aktualnej literatury. Kolejna część rozdziału obejmuje omówienie budowy urządzeń do elektroterapii serca, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu promieniowania neutronowego na ich działanie. Należy podkreślić, że Doktorantka analizuje wpływ promieniowania neutronowego na funkcjonowanie urządzeń, co stanowi istotny wkład w badania — dotychczas koncentrowano się głównie na wpływie dawki promieniowania fotonowego na pracę kardiostymulatorów, bez jednoznacznych rezultatów.

Rozdział trzeci, „Projekt osłony", zawiera szczegółowy opis procesu projektowania oraz podstaw fizycznych i technicznych proponowanego rozwiązania. Jest to jedna z kluczowych części pracy, tym bardziej że jej efektem jest zgłoszenie patentowe, co stanowi rzadkość w przypadku rozpraw doktorskich i zasługuje na szczególne uznanie.

Rozdział czwarty, „Symulacje komputerowe", oraz częściowo rozdział piąty zawierają bardzo dobry opis metody Monte Carlo, jej podstaw fizycznych i matematycznych oraz zasad stosowania. Jest to rozdział napisany w sposób klarowny, o charakterze niemal podręcznikowym. W części zatytułowanej „Struktura programów symulacyjnych" (13 stron) przedstawiono algorytmy oraz kody źródłowe wykorzystane przez Doktorantkę do obliczenia parametrów fizycznych projektowanej osłony.

Dalsza część rozdziału piątego obejmuje opis przygotowania prototypu osłony oraz szczegółowe przedstawienie metod pomiaru strumienia neutronów i fotonów. Oprócz warunków technicznych pomiarów zawarto również pogłębioną analizę zjawisk fizycznych, w szczególności związanych z rozpadem izotopów wykorzystywanych w badaniach.

Szósty rozdział, „Uzyskane wyniki i ich analiza" (11 stron), zawiera tabele i wykresy przedstawiające wyniki pomiarów. W pierwszej kolejności zaprezentowano wyniki symulacji komputerowych liczby neutronów przechodzących przez zaprojektowaną osłonę wykonaną z węglika boru i kadmu. Następnie przedstawiono wyniki pomiarów strumienia neutronów i fotonów oraz fluencji neutronów. Rozdział kończy się wyznaczeniem współczynnika osłabiania promieniowania gamma dla opracowanej osłony.

Rozdział siódmy, „Wnioski" (3 strony), stanowi podsumowanie przeprowadzonych badań. Doktorantka szczegółowo omawia wykonane symulacje i modelowanie komputerowe związane z projektowaniem osłony antyneutronowej dla pacjentów poddawanych radioterapii. Opisuje również proces wykonania osłony oraz pomiary mające potwierdzić jej skuteczność w osłabianiu strumienia neutronów.

Bibliografia obejmuje 84 pozycje i została dobrana w sposób świadczący o dobrej znajomości omawianej problematyki przez Doktorantkę.

Uwagi edytorskie

Recenzowana praca doktorska została przygotowana bardzo starannie. W całym tekście nie stwierdzono błędów ani niedopatrzeń edytorskich. Ryciny oraz tabele są przejrzyste i wykonane z dużą dbałością o szczegóły.

Uwagi merytoryczne

W recenzowanej pracy doktorskiej Doktorantka nie przedstawiła informacji dotyczących liczby wykonanych powtórzeń pomiarów. W konsekwencji na wykresach

i rycinach brakuje danych dotyczących niepewności pomiarowych. Nie przeprowadzono również analizy statystycznej uzyskanych wyników.

Należy zauważyć, że Doktorantka weryfikowała wyniki symulacji poprzez pomiary eksperymentalne. Symulacje komputerowe wykonano dla neutronów termicznych, natomiast w pomiarach jako źródło promieniowania wykorzystano izotop Cf-252, emitujący neutrony prędkie.

Na stronie 65 (rycina 31) przedstawiono widmo promieniowania gamma zmierzone dla osłony z węglika boru. Zasadne wydaje się uzupełnienie pracy o analogiczny wykres dla osłony wykonanej z kadmu.

Część symulacji promieniowania elektronowego dla osłony wykonano jedynie dla promieniowania padającego od przodu. Powstaje zatem pytanie o uwzględnienie wpływu promieniowania rozproszonego.

W pracy brakuje również wyodrębnionej dyskusji wyników. Doktorantka przedstawia analizę wyników, a następnie wnioski, jednak dobrą praktyką jest dodatkowe przeprowadzenie dyskusji, odnoszącej uzyskane rezultaty do wyników innych badań.

Powyższe uwagi nie wpływają na bardzo dobrą ocenę recenzowanej dysertacji. Mają one na celu wskazanie elementów wymagających uzupełnienia w przyszłych pracach badawczych.

Pytanie do Doktorantki

1. Czy rekomendowałaby Pani stosowanie zaprojektowanej osłony u wszystkich pacjentów z wszczepionymi urządzeniami kardiologicznymi poddawanych radioterapii, niezależnie od stosowanej energii promieniowania fotonowego?
2. Który z materiałów – węglik boru czy kadm – Pani zdaniem ma większy potencjał zastosowania w przyszłych osłonach antyneutronowych?

Elektronicznie podpisany przez:
Krzysztof Tadeusz Ślosarek
Data:
2026-4-21 17:1:31

Krzysztof Ślosarek