

# Metoda osłony implantowanych urządzeń elektronicznych nowej generacji przed promieniowaniem neutronowym

Wioletta Lniak, Justyna Rostocka, Adam Konefał  
Uniwersytet Śląski w Katowicach, Polska

1920

1920-2020



100 YEARS of POLISH PHYSICAL SOCIETY

2020

Obserwuje się gwałtowny wzrost liczby pacjentów z implantowanymi urządzeniami kardiologicznymi (ang. CIED, cardiac implantable electronic device) leczonych za pomocą radioterapii. Implantowane urządzenie kardiologiczne firmy Medtronic zostało zaprezentowane na rysunku poniżej.



Implantowane urządzenie kardiologiczne firmy Medtronic.

Tradycyjna radioterapia jest wykonywana za pomocą wysokoenergetycznych wiązek fotonowych zanieczyszczonych niepożądanym promieniowaniem neutronowym. Neutrony mogą wywoływać reakcje jądrowe w materiałach konstrukcyjnych implantowanych urządzeń kardiologicznych. W wyniku tego może dochodzić do uszkodzeń radiacyjnych i nieprawidłowego działania tych urządzeń. Przy czym reakcje wychwytu radiacyjnego neutronu ( $n, \gamma$ ) mają szczególne znaczenie ponieważ charakteryzują się wysokim przekrojem czynnym w zakresie energii neutronów spowolnionych. Zatem ważna jest ochrona niniejszych urządzeń przed neutronami termicznymi i epitermicznymi. To stało się motywacją do opracowania osłony z węgla boru ( $B_4C$ ) przy czym posłużono się modelowaniem (symulacjami) opartym na metodzie Monte Carlo z wykorzystaniem kodu GEANT4. Głównym etapem symulacji było określenie zależności pomiędzy grubością osłony i osłabieniem wiązki neutronów przechodzącej przez osłonę. Obliczenia wykonano dla neutronów termicznych o widmie energetycznym odpowiadającym rozkładowi Maxwella-Boltzmann i dla wybranych energii neutronów epitermicznych. Otrzymane wyniki zamieszczono w Tabeli poniżej.

Transmisja neutronów przez osłonę dla wybranych grubości osłony i energii neutronów.

Grubość osłony [mm]	Transmisja neutronów [%]			
	*MBd	1 keV	100 keV	500 keV
5	0	68.6	85.2	90.4
10	0	46.2	73.3	82.0
15	0	30.6	62.9	74.2

\*MBd – rozkład energetyczny Maxwella-Boltzmann.

Dla osłabienia neutronów termicznych duże znaczenie ma reakcja:  $n + {}^{10}\text{B} \rightarrow {}^7\text{Li} + \alpha + \gamma$  (477.6 keV). Fotony z tej reakcji nie generują znaczących dawek zarówno w implantowanych urządzeniach kardiologicznych jak i w ciele pacjenta. Wydajność tej reakcji spada ze wzrostem energii neutronów.

Słowa kluczowe: osłona, implantowane urządzenie kardiologiczne, neutrony.

