

Nowe źródło promieniowania X stosowane w brachyterapii zmian skórnych i brachyterapii śródoperacyjnej

Johann Kindlein¹, Frits Gubbels², Frank Simonis²

Celem pracy jest przedstawienie krótkiego opisu nowego typu źródła promieniowania X, stosowanego w brachyterapii zmian skórnych i w brachyterapii śródoperacyjnej.

A new X-ray source for skin & intraoperative brachytherapy

A brief summary is given of an X-ray source which has been developed for new technological brachytherapy applications for skin and intraoperative radiotherapy.

Key words: brachytherapy, X-ray source, skin cancer, intraoperative radiotherapy

Słowa kluczowe: brachyterapia, źródło promieni X, rak skóry, brachyterapia śródoperacyjna

Wstęp

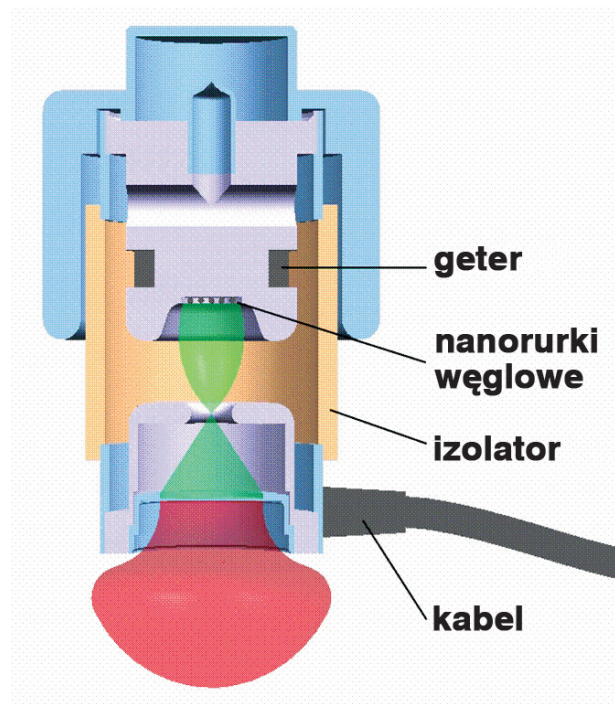
Opracowano nowy aparat umożliwiający zastosowanie promieniowania X. Aparat składa się z zimnej, płaskiej katody emitującej oraz nanorurek węglowych (CNT), emitujących elektrony. Urządzenie umożliwia wdrożenie nowej techniki napromieniania nowotworów skóry oraz prowadzenia brachyterapii śródoperacyjnej i może być stosowane w pomieszczeniach ekranowych w stopniu umożliwiającym zastosowanie promieni Roentgena.

Budowa źródła

Schematyczną budowę źródła przedstawiono na Rycinie 1. Anoda ma płaską powierzchnię i jest wykonana z materiału przepuszczającego promienie X i pokryta 20 μm warstwą wolframu. Urządzenie ma kształt cylindryczny, średnicę ok. 1,0- 2,5 cm oraz 2-3 cm długości; wołtaż sięga 30-60 kV.

Wyniki

Dystrybucja absorbowanej dawki w wodzie przedstawiona została na Rycinie 2. Wykonano również pomiary wiązki elektronów oraz dawki w odniesieniu do wołtażu (kV) w prototypowym urządzeniu, stosowanym w warunkach laboratoryjnych (Ryc. 3). Natężenia pola elektrycznego

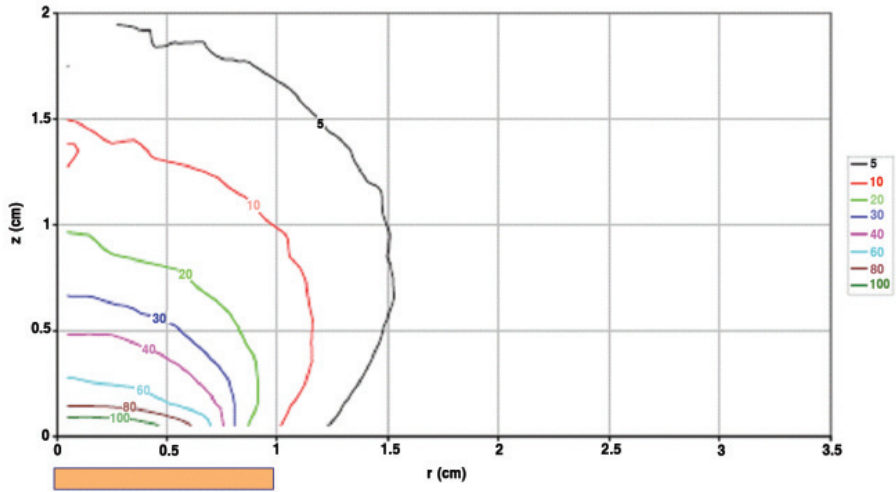


Ryc. 1. Schematyczna budowa urządzenia emitującego promienie X

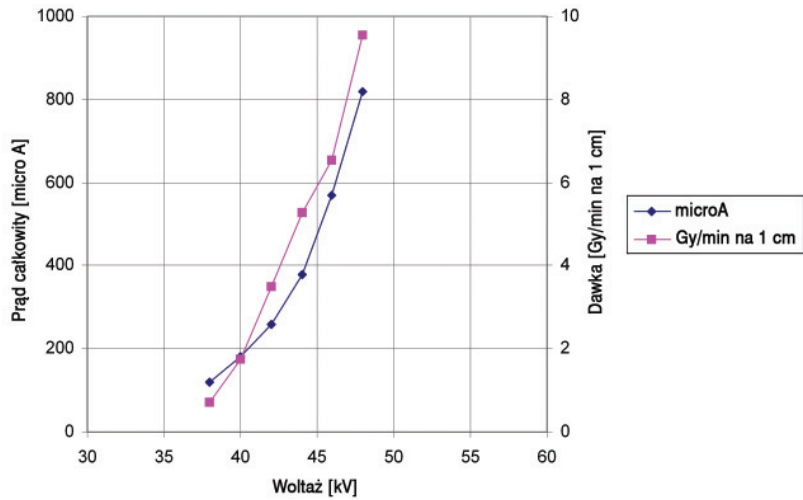
na powierzchni CNT zostały ocenione za pomocą modelowania trajektorii elektronów. Modelowanie dystrybucji promieni X wykonano stosując metodę obliczeń Monte Carlo. Prototypowe urządzenie stosowane było w warunkach laboratoryjnych z powodzeniem do poziomu 57 kV. Wyliczenia prądu elektronowego (mikroampery) oraz stosowanej dawki (Gy/minutę w odległości 1 cm)

¹ Nucletron BV, Waardgelder 1, 3905 TH Veenendaal, The Netherlands

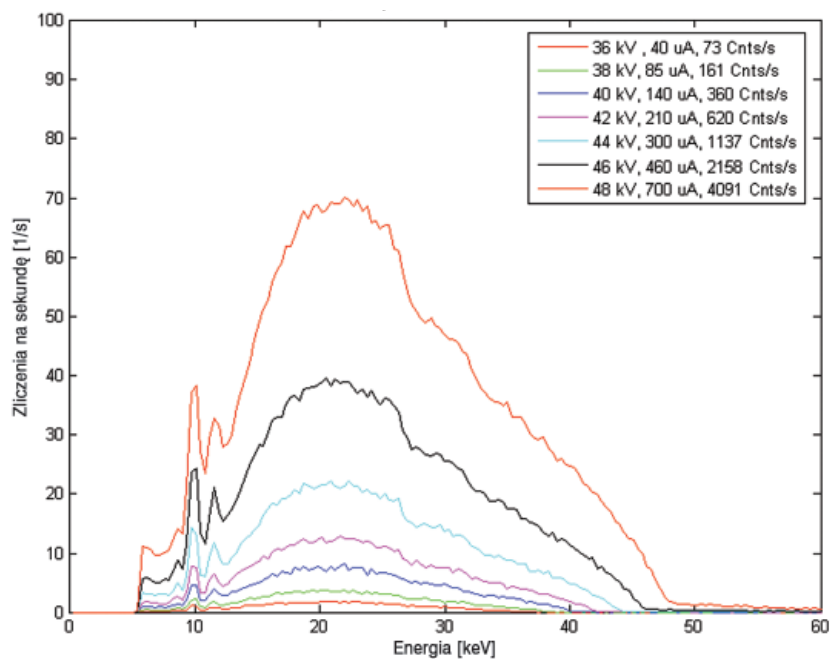
² Technical Physics Department of The Netherlands Organisation for Applied Scientific Research, Eindhoven, The Netherlands



Ryc. 2. Dystrybucja dawki pochłoniętej w wodzie; promienie X 60 kV; bez filtra



Ryc. 3. Prąd elektronowy i dawka w odległości 1 cm od źródła w zależności od wołtażu



Ryc. 4. Spektra emisyjne promieni X (błona 50 µg) w przypadku wolno stojącego urządzenia

pozwoły określić wartości uzyskiwane w środowisku wodnym jako 9 Gy na minutę w odległości 1 cm od źródła. Potwierdzono również odpowiednie natężenia pola elektrycznego na poziomie CNT. Szczegółowe wyniki modelowania i obliczeń przedstawiono na Rycinach 3 i 4.

Wnioski

Wyniki wstępnych badań nad nowym urządzeniem emitującym promienie X sugerują, że jest ono wysoce obiecujące w zakresie barchyterapii raków skóry i brachyterapii śródoperacyjnej. Prowadzone są dalsze badania mające na celu zminiaturyzowanie urządzenia oraz poprawę jego parametrów działania. W połączeniu z faktem, że urządzenie to nie wymaga znamionnego ekranowania pomieszczeń, jego atrakcyjność z punktu widzenia stosowania w leczeniu nowotworów może być bardzo duża.

Johann Kindlein, PhD
Nucletron BV
Waardgelder 1
3905 TH Veenendaal
The Netherlands

Otrzymano: 18 lipca 2007 r.
Przyjęto: 1 października 2007 r.