

**С. Сангарун\*, В. Туйсакда**

*Університет Махасарахам, факультет науки, фізичне відділення, Махасарахам, Таїланд*

Відповідальний автор: siriyaorn.s@msu.ac.th

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ ФОТОНІВ У ТОВСТІЙ МІШЕНІ З ВИКОРИСТАННЯМ КОДУ MCNP**

Метою даного дослідження є вивчення гальмівного  $\gamma$ -випромінювання при бомбардуванні мішеней 1 ГеВ електронами. Розрахунки виконані за допомогою Монте-Карло коду MCNP. Вивчено шість матеріалів для мішені з густиною від 2 до 20 г/см<sup>3</sup>. Потік гальмівних  $\gamma$ -квантів є високим для густин мішеней вище 8 г/см<sup>3</sup>. Мідь є найкращою мішенню для електронного пучка з енергією 1 ГеВ завдяки великому потоку гальмівних фотонів, невеликому розсіянню та низькому потоку електронів, що пройшли мішень. Для мідної мішені розрахунки проведено для товщин від 0,01 до 2,5 см. Результати показали, що потік гальмівних фотонів значно збільшується, коли товщина мішені збільшується від 0,01 до 1,5 см. Установлено кутовий розподіл гальмівних фотонів із кутами від 0 до 120 град для мішені з міді. Максимальний кут розсіювання фотонів становив близько 20 град.

*Ключові слова:* гальмівне випромінювання, електронний пучок, моделювання з MCNP.

**С. Сангарун\*, В. Туйсакда**

*Університет Махасарахам, факультет науки, отделение физики, Махасарахам, Таїланд*

Ответственный автор: siriyaorn.s@msu.ac.th

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОРМОЗНЫХ ФОТОНОВ В ТОЛСТОЙ МИШЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОДА MCNP**

Целью исследования было изучение тормозного  $\gamma$ -излучения при бомбардировке мишеней 1 ГэВ электронами. Расчеты выполнены с помощью Монте-Карло кода MCNP. Изучено шесть материалов для мишени с плотностью от 2 до 20 г/см<sup>3</sup>. Поток тормозных  $\gamma$ -квантов является высоким для плотностей мишеней больше 8 г/см<sup>3</sup>. Медь является наилучшей мишенью для электронного пучка с энергией 1 ГэВ благодаря большому потоку тормозных фотонов, небольшому рассеянию и низкому потоку прошедших электронов. Для медной мишени расчеты проведены для толщин от 0,01 до 2,5 см. Результаты показали, что поток тормозных фотонов значительно увеличивается при увеличении толщины мишени от 0,01 до 1,5 см. Установлено угловое распределение тормозных фотонов с углами от 0 до 120 град для мишени из меди. Максимальный угол рассеяния фотонов был около 20 град.

*Ключевые слова:* тормозное излучение, электронный пучок, моделирование с MCNP.

**S. Sangaroon\*, W. Tuisakda**

*Department of Physics, Faculty of Science, Mahasarakham University, Mahasarakham, Thailand*

\*Corresponding author: siriyaorn.s@msu.ac.th

### **STUDY OF BREMSSTRAHLUNG PHOTONS IN BULK TARGET USING MCNP CODE**

The aim of this research was to study the feasibility of bremsstrahlung photon production in target bombarded by 1 GeV electrons. The calculations were performed by the Monte Carlo code MCNP. Six target materials with densities between 2 and 20 g/cm<sup>3</sup> were studied. The bremsstrahlung photon flux is high for the target density above 8 g/cm<sup>3</sup>. Copper is the best target for 1 GeV electron beam due to high bremsstrahlung photon production, low scattering and low transmission electron flux. The copper target was altered to have different thicknesses between 0.01 and 2.5 cm. The results showed that the bremsstrahlung photon flux significantly increased when the target thickness increased from 0.01 to 1.5 cm. The angular distribution of the bremsstrahlung photons with angles between 0 and 120 degrees was determined for copper target. The maximum angle of the photon scattering was about 20 degree.

*Keywords:* bremsstrahlung, electron beam, MCNP simulation.

### **REFERENCES**

1. J.J. DeMarco et al. A verification of the Monte Carlo code MCNP for thick target bremsstrahlung calculations.

- [Medical Physics 22 \(1995\) 11.](#)
2. K. Kosako et al. Angular distribution of bremsstrahlung from copper and tungsten targets bombarded by 18, 28, and 38 MeV electrons. [Journal of Nuclear Science and Technology 47 \(2010\) 286.](#)
  3. S. Sujitjorn. Thai synchrotron facility: Its past and present. [Suranaree Journal of Science and Technology 22\(3\) \(2015\) 227.](#)
  4. D.P. Gierga. Electron photon calculations using MCNP: Master Thesis (Massachusetts Institute of Technology, USA, 1996).
  5. B.J. Patil et al. FLUKA simulation of 15 MeV linear accelerator based thermal neutron source for radiography. [Indian Journal of Pure & Applied Physics 50 \(2012\) 814.](#)
  6. Q. Gao et al. Design and optimization of the target in electron linear accelerator. In: [4<sup>th</sup> Intern. Particle Accelerator Conf. \(Shanghai, China, 2013\).](#)
  7. A. Tsechanski et al. A thin target approach for portal imaging in medical accelerators. [Physics in Medicine and Biology 43 \(1998\) 2221.](#)
  8. J.E. Sweezy. Los Alamos National Laboratory: MCNP - A general Monte Carlo N-Particle transport code, version 5, LA-CP-03-0245 (2008).

Надійшла 07.12.2016  
Received 07.12.2016