

В. Б. Москаленко*, О. М. Бугай, В. Л. Денисенко

Институт прикладной физики НАН Украины, Сумы, Украина

*Відповідальний автор: moskalenko@ipflab.sumy.ua

ОТРИМАННЯ БАГАТОЗАРЯДНИХ ІОНІВ ЗАЛІЗА ^{56}Fe З ЕНЕРГІЄЮ 0,64 - 7,92 МеВ ДЛЯ ОПРОМІНЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Розглядається можливість створення пучка багатозарядних іонів заліза ^{56}Fe на прискорювальному мас-спектрометрі Інституту прикладної фізики (ІПФ) НАН України з метою імітаційного опромінення реакторних матеріалів та дослідження їх під дією опромінення. Мас-спектр прискорених іонів демонструє наявність у ньому іонів заліза різних зарядових станів (до $^{56}\text{Fe}^{8+}$). Хоча іонний струм зменшується зі збільшенням зарядового стану, багатозарядні іони можуть бути використані для опромінення зразків у тих випадках, коли задача потребує більшої енергії іонів. Показано, що швидкість утворення дефектів у зразку заліза, опромінюваному іонами $^{56}\text{Fe}^{2+}$ з енергією 2,52 МеВ, становить $2,7 \cdot 10^{-3}$ зна/с.

Ключові слова: пучок, опромінення, багатозарядний іон, іони заліза, мас-спектр, зна/с.

В. Б. Москаленко*, А. Н. Бугай, В. Л. Денисенко

Институт прикладной физики НАН Украины, Сумы, Украина

*Ответственный автор: moskalenko@ipflab.sumy.ua

ПОЛУЧЕНИЕ ПУЧКОВ МНОГОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА ^{56}Fe С ЭНЕРГИЕЙ 0,64 - 7,92 МэВ ДЛЯ ОБЛУЧЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассматривается возможность создания пучка многозарядных ионов железа в ускорительном масс-спектрометре Института прикладной физики НАН Украины с целью имитационного облучения реакторных материалов и их исследования под действием облучения. Масс-спектр ускоренных ионов демонстрирует наличие в нем ионов железа различных зарядовых состояний (до $^{56}\text{Fe}^{8+}$). Хотя ионный ток уменьшается с увеличением зарядового состояния, многозарядные ионы могут быть использованы для облучения образцов в тех случаях, когда задача требует большей энергии ионов. Показано, что скорость образования дефектов в образце железа, облучаемом ионами $^{56}\text{Fe}^{2+}$ с энергией 2,52 МэВ, составляет $2,7 \cdot 10^{-3}$ сна/с.

Ключевые слова: пучок, облучение, многозарядный ион, ионы железа, масс-спектр, сна/с.

V. B. Moskalenko*, O. M. Buhay, V. L. Denysenko

Institute of Applied Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Sumy, Ukraine

*Corresponding author: moskalenko@ipflab.sumy.ua

PRODUCTION OF BEAMS OF MULTI-CHARGED IRON IONS ^{56}Fe WITH ENERGY 0.64 - 7.92 MeV FOR IRRADIATION OF CONSTRUCTION MATERIALS

In the paper, a possibility of multiply charged ^{56}Fe ions beams formation for imitation irradiation of reactor materials with using the IAP NASU accelerator mass spectrometer is considered. There are iron ions of various charge states (up to $^{56}\text{Fe}^{8+}$) in obtained mass spectra. Despite of the ion current decreases with increasing charge state, multicharged ions can be used to irradiate specimens when larger ion energy is required. It is shown defect formation rate for ^{56}Fe sample irradiated by $^{56}\text{Fe}^{2+}$ ions with energy 2.52 MeV is $2.7 \cdot 10^{-3}$ dpa/s.

Keywords: beam, irradiation, multiply charged ion, iron ions, mass spectrum, dpa/s.

REFERENCES

1. V.N. Voyevodin, I.M. Neklyudov. *Evolution of the Structure-Phase State and Radiation Resistance of Structural Materials* (Kyiv: Naukova dumka, 2006) 376 p. (Rus)
2. D.E. Nelson, R.G. Korteling, W.R. Stott. Carbon-14: Direct Detection at Natural Concentrations. *Science* **198(4316)** (1977) 507.
3. J. Chen et al. Development of Accelerator Mass Spectrometry and Its Applications. *Rev. Accel. Sci. Technol.* **4** (2011) 117.
4. M. Suter, St. Jacob, H.-A. Synal. AMS of ^{14}C at low energies. *Nucl. Instr. Meth. B* **123(1 - 4)** (1997) 148.
5. H.-A. Synal, S. Jacob, M. Suter. The PSI/ETH small radiocarbon dating system. *Nucl. Instr. Meth. B* **172(1 - 4)**

- (2000) 1.
6. A.M. Muller et al. ^{10}Be AMS measurements at low energies ($E < 1 \text{ MeV}$). *Nucl. Instr. Meth. B* 266(10) (2008) 2207.
 7. B.J. Hughey et al. Low-energy biomedical GC-AMS system for ^{14}C and ^3H detection. *Nucl. Instr. Meth. B* 172(1 - 4) (2000) 40.
 8. V.B. Moskalenko et al. State and development prospects of the accelerator mass-spectrometry center of the Institute of Applied Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Nauka ta Innovatsiyi* 10(2) (2014) 8. (Rus)
 9. I.G. Chizhov et al. Method of maintenance of high-voltage devices with SF_6 insulation. Patent UA No. 106430. Published on 08.26.2014, Bul. No. 16/2014. (Ukr)
 10. J.F. Ziegler. *The Stopping and Range of Ions in Matter (SRIM)*.
 11. G.S. Was. *Fundamentals of Radiation Materials Science: Metals and Alloys* (Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007) 827 p.

Надійшла/Received 16.01.2020