

## EXPERIMENTAL VALIDATION OF THE MAGNETIC FIELD AND BEAM DYNAMICS SIMULATIONS FOR A SUPERCONDUCTING CYCLOTRON

*V. Smirnov*<sup>a,1</sup>, *S. Vorozhtsov*<sup>a</sup>, *X. Wu*<sup>b</sup>, *D. Alt*<sup>b</sup>, *G. Blosser*<sup>b</sup>,  
*G. Horner*<sup>b</sup>, *J. Paquette*<sup>b</sup>, *N. Usher*<sup>b</sup>, *J. Vincent*<sup>b</sup>, *Z. Neville*<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Joint Institute for Nuclear Research, Dubna

<sup>b</sup> Ionetix Corporation, Lansing, Michigan, USA

<sup>c</sup> Disher Corporation, Zeeland, Michigan, USA

The Ion-12SC is a subcompact, 12.5-MeV proton superconducting isochronous cyclotron for commercial medical isotope production recently developed by Ionetix Corporation. The machine features are a patented cold steel and cryogen-free conduction cooling magnet, a low power internal cold-cathode PIG ion source, and an internal liquid target. It is designed to produce N-13 ammonia for dose on-demand cardiology applications, but can also be used to produce F-18, Ga-68, and other medical isotopes widely used in Positron Emission Tomography (PET). The cyclotron is being installed and commissioned at several medical centers. During the initial machine-operating periods, some issues appeared. In particular, imperfections in manufacturing and assembly of the magnet led to unwanted low-order magnetic harmonics that resulted in beam losses. This report presents results of analysis of the measured magnetic field and beam dynamics in the cyclotron that were initiated to solve the problem. The calculations led to a process for implementing compensating magnetic shims to improve the beam transmission.

Корпорация Ionetix спроектировала и построила ультракомпактный сверхпроводящий циклотрон Ion-12SC для ускорения протонов до энергии 12,5 МэВ, предназначенный для коммерческого производства медицинских изотопов. Характерными особенностями установки являются запатентованная структура магнита с ярмом, охлаждаемым до криогенной температуры за счет теплопроводности и без использования жидкого хладагента, внутренний источник ионов типа PIG с минимальным потреблением мощности, а также жидкостная внутренняя мишень. Ускоритель в основном ориентирован на получение изотопа азота N-13, применяемого при диагностике в кардиологии, но также может быть использован при производстве F-18, Ga-68 и других медицинских изотопов, широко используемых при позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ). Циклотрон установлен и запущен в нескольких медицинских центрах. На начальном этапе работы ускорителя проявились некоторые проблемы. В частности, неточности изготовления и сборки его магнита привели к появлению нежелательных низших гармоник в распределении магнитного поля, которые вызывали потери частиц пучка при ускорении. В данной работе выполнен анализ магнитного поля и динамики пучка циклотрона с целью решения данной проблемы. Проведенные расчеты указывают на необходимость установки корректирующих магнитных шимм для повышения эффективности трансмиссии пучка через ускоритель.

PACS: 29.20.dg

Received on November 15, 2019.

---

<sup>1</sup>E-mail: vsmirnov@jinr.ru