

Результаты расчетов будут использованы при проектировании линий транспортировки пучков заряженных частиц от циклотрона У400Р. В докладе приводятся результаты расчетов трехмерных поворотных магнитов ТМ как части магнитной системы линий для транспортировки получаемых пучков заряженных частиц и обсуждаются особенности процедуры расчета.

### Список использованной литературы

1. Yu. Ts. Oganessian, G.G. Gulbekyan, B.N. Gikal, I.V. Kalagin et al. "Project of the U400R CYCLOTRON AT THE FLNR JINR", Flerov Laboratory of Nuclear Reaction, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Moscow reg., 141980 Russia, Proceedings of RuPAC XIX, Dubna 2004.

## ЛИНИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПУЧКОВ ДЛЯ НОВОГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАЛА ЦИКЛОТРОНА У400Р

Басс В.И.<sup>1</sup>

*Научный руководитель: Мышкин В.Ф.*<sup>2</sup>, д.ф.-м.н., профессор

*<sup>1</sup>Объединённый институт ядерных исследований,*

*Лаборатория ядерных реакций*

*<sup>2</sup>Томский политехнический университет,*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

*E-mail: vladim2@tpu.ru, vladim2@jinr.ru*

Основная деятельность Лаборатории ядерных реакций имени Флерова, связана с фундаментальной наукой. В настоящее время в лаборатории продолжаются работы по реконструкции циклотрона У400, обеспечивающего исследования по трем основным направлениям физики тяжелых ионов: синтез тяжелых и экзотических ядер, исследования ядерных реакций и исследования взаимодействия вещества с тяжелыми ионами. После реконструкции циклотрон У400 будет называться У400Р [1]. Для У400Р необходимо разработать и рассчитать новую схему линий транспортировки ионов от У400Р к мишеням, расположенным в новом экспериментальном зале (НЭЗ).

Для расчета проектируемых поворотных магнитов системы транспортировки были взяты пучок ионов  $^{48}\text{Ca}^{+9}$ ,  $A/Z = 5.34$ , с максимальной жесткостью по рабочей диаграмме  $BR = 3.31 \text{ Т}\cdot\text{м}$ , с энергией  $18.575 \text{ МэВ/нуклон}$  и пучок ионов  $^{48}\text{Ca}^{+5}$ ,  $A/Z = 9.6$ , с жесткостью  $BR = 2.99 \text{ Т}\cdot\text{м}$  и энергией  $4.688 \text{ МэВ/нуклон}$ .

В состав каналов входит коммутирующий магнит ТМ5 с индукцией переменного магнитного поля до  $1,3 \text{ Тл}$ , который позволяет поворачи-

вать пучок на три направления: на углы  $0^\circ$  и  $\pm 40^\circ$ , что обеспечивает транспортировку ионов к трем экспериментальным установкам. Коррекция пучков осуществляется СМ-корректирующими магнитами (СМ-corrective magnet), а фокусировка обеспечивается дублетами квадрупольных линз  $T_x Q_y$ , имеющих градиенты магнитного поля до 7,7 Тл/м. Это позволяет сформировать пучок частиц диаметром 1 см в зоне облучения образца [2].

Результаты расчетов будут использованы при проектировании линий транспортировки пучков заряженных частиц от коммутирующего магнита (turning magnet) ТМ5, разделяющего пучки частиц по трем основным каналам транспортировки, до установок с мишенями.

### Список использованной литературы

1. Oganessian Yu. Ts., Gulbekyan G.G., Gikal B.N., Kalagin I.V. et al. "Project of the U400R Cyclotron at the FLNR JINR", Flerov Laboratory of Nuclear Reaction, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Moscow reg., 141980 Russia, Proceedings of RuPAC XIX, Dubna, 2004.
2. Kalagin I.V. et.al., Heavy ion cyclotrons of FLNR JINR – status and plans / Proc. of 26<sup>th</sup> Russian Particle Accelerator Conference, Protvino, Russia, Oct. 2018. – P. 60–64, doi:10.18429/JACoW-CYCLOTRONS2019-FRB02.

### ЕМКОСТЬ КАТИОННОГО ОБМЕНА ПРИРОДНОЙ И ОБЛУЧЕННОЙ ГЛИНИСТОЙ СМЕСИ

*Капокова А.Р., Оммик А.К., Ван Ц.*

*Научный руководитель: профессор ТПУ Мышкин В.Ф.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*E-mail: ark18@tpu.ru, akob@tpu.ru*

Глина широко используется при создании инженерного барьера безопасности при захоронении ядерных отходов. Известны работы по исследованию влияния радиации на физико-химические свойства глины. Однако, недостаточно изучено воздействие радиации на свойства глины. ЕКО определяет барьерные свойства глинистых смесей. Поэтому актуальны исследования, связанные определением взаимосвязи поглощенной дозы и барьерных свойств. Ставилась задача измерения и сравнения значения показателей, определяющих барьерные свойства природной и облученной глин, например, емкость катионного обмена (ЕКО).

Для экспериментальных значений нами использовалась смесь глин, содержащая минералы монтмориллонит, каолинит, вермикулит. Эта смесь облучалась  $\gamma$ -излучением изотопа  $^{60}\text{Co}$  до поглощенной дозы