

Радиоизотопный циклотрон У-115Т на энергию протонов 20 МэВ

Ю.Г. Аленицкий, Н.В. Васильев, А.А. Глазов, Н.Л. Заплатин,
Е.Н. Заплатин, В.А. Кочкин, Д.Л. Новиков, Е.В. Самсонов, М.М. Семенов,
С.И. Чеснова, А.Ф. Чеснов

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия
С.Д. Артёмов, В.Н. Бубырь, М.М. Ветчинкин, И.Р. Гуламов, А.А. Рылов
Институт ядерной физики, Ташкент, Узбекистан

Представлены основные параметры изохронного циклотрона с диаметром полюсов 115 см, предназначенного для наработки радиоизотопа ^{57}Co . Приведены результаты комплексной наладки систем ускорителя и его физического запуска в ИЯФ г.Ташкент, Узбекистан.

Основные характеристики ускорителя

Циклотрон предназначен для облучения внутренних мишеней пучком протонов с фиксированной энергией 20 МэВ. Магнитная система выполнена с использованием магнитопровода и обмоток стандартного электромагнита СП-57 с диаметром полюсов 1150 мм. Результаты моделирования систем ускорителя приведены в работах [1,2,3]. Основные параметры циклотрона приведены в табл. 1.

Изготовление, комплексная сборка и наладка ускорителя были проведены в ОИЯИ, затем установка разобрана и отправлена в Институт ядерной физики г. Ташкент.

Для генерации пучка используется внутренний источник типа Пеннинга. Отсос и формирование пучка осуществляется с помощью пулера, установленного на дуанте и развернутого на 16° относительно кромки дуанта, щель ионного источника отстоит от центра машины на 18 мм.

На рис.1 показана магнитная система циклотрона со стороны дуанта (нижний полюс закрыт плакировкой). В вакуумной камере расположены ферромагнитные элементы системы раскачки колебаний частиц, а также емкостные датчики высокочастотного напряжения. На поднятой верхней крышке вакуумной камеры укреплена система спиральных и секторных шимм, а также обмотки регулирования первой гармоники магнитного поля в центральной и краевой областях.

На рис.2 показан циклотрон со стороны резонансной системы. Высокочастотный генератор расположен в непосредственной близости от резонансной системы. Вакуумная откачка производится двумя агрегатами. Дуант и резонансная линия выполнены прямоугольными в плане. Ширина, длина и апертура дуанта составляют $1000 \times 650 \times 20 \text{ мм}^3$. Размеры резонансной линии составляют в плане $700 \times 1000 \text{ мм}^2$. Вне полюсов электромагнита в увеличенном зазоре на боковой кромке дуанта установлены секторные пластины триммерных конденсаторов с размерами $70 \times 260 \text{ мм}^2$. Длина резонансной линии составляет 800 мм.

С целью уменьшения плотности выделения тепловой энергии на мишени предусмотрена система резкого увеличения вертикальных и радиальных амплитуд свободных колебаний частиц в краевой области с помощью регенеративного метода. Система заброса пучка на мишень, плоскость которой имеет наклон 6° к орбите протонов в месте её расположения ($\varphi = 16^\circ - 36^\circ$) обеспечивает радиальное отклонение пучка $\sim 15 \text{ мм}$ и увеличение его аксиального размера с 5 до $\sim 20 \text{ мм}$. Система состоит из возбuditеля и регенератора пассивного типа с градиентами -5 Тл/м и $+2 \text{ Тл/м}$ соответственно.

На рис. 3 также приведена экспериментально выделенная величина V_1 , создаваемая гармоническими обмотками при токе $I_w=400\text{A}$. Наличие гармонических обмоток в центральной зоне позволит провести, в случае необходимости, центрирование орбит, а с помощью обмоток в конечной зоне предполагается оптимизировать заброс пучка на мишень.

Расчетные частоты свободных колебаний находятся в допустимых пределах и соответствуют данным, приведенным в [3].

Осуществлено согласование оконечного каскада ВЧ-усилителя с резонансной камерой (нагрузкой) и предусилителем, расположенным в соседнем помещении. На ускоряющем зазоре получено напряжение 50 кВ.

Зависимость тока ускоренного пучка от радиуса показана на рис. 4. Видно что режим ускорения происходит устойчиво, без существенных потерь в основной области ускорения. В настоящее время требуется более точная настройка источника ионов, систем инжекции и раскачки колебаний для получения на мишени пучка ускоренных протонов с током 200 мкА и более.

Литература:

1. A. Glazov et al. "20 MeV cyclotron for isotope production". Proceedings of the 13-th Int. Conf., Vancouver, 1992., p.123.

2. Ю.Г.Аленицкий и др. "Циклотрон У-115Т на энергию протонов 20 МэВ". Труды XIII совещания по ускорителям заряженных частиц, т.2, стр.313.

3. Ю.Г.Аленицкий и др. "Магнитная система изохронного циклотрона У-115 Т", Труды XIII совещания по ускорителям заряженных частиц, т.1, стр.348.

Рис.1.
Вид магнитной системы (верхняя крышка поднята).

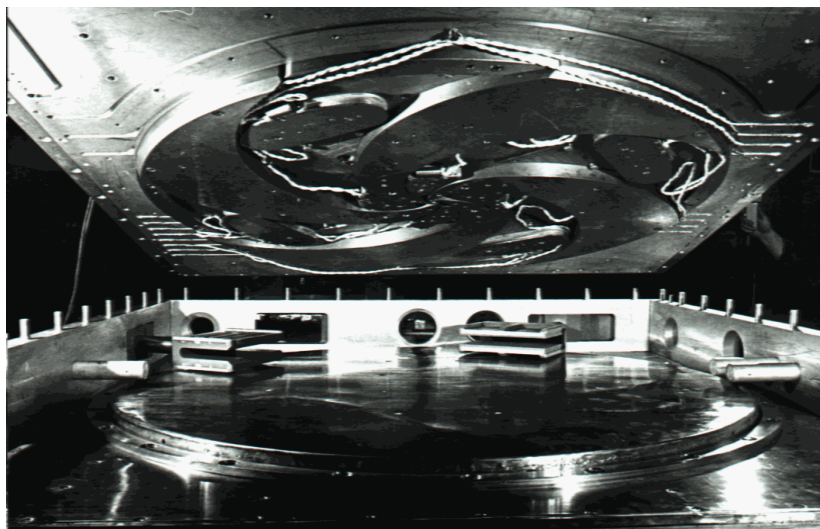


Рис.2. Общий вид ускорителя.



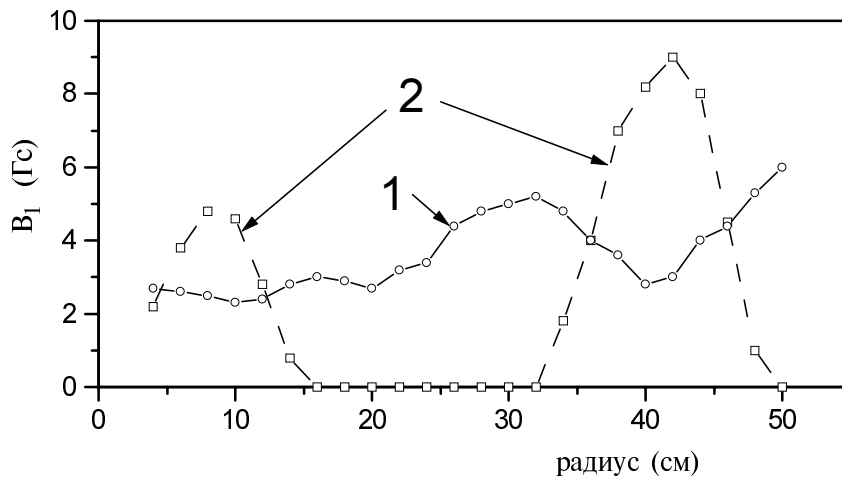


Рис. 3. Амплитуда первой гармоники
 1 - магнитной системы ускорителя,
 2 - выделенная от гармонических обмоток.

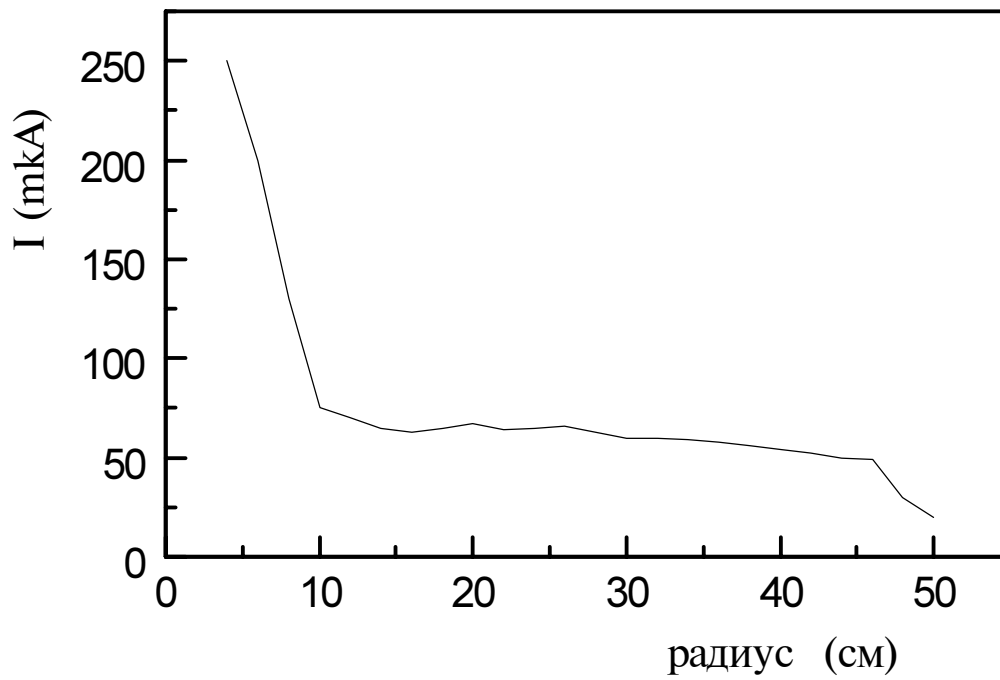


Рис. 4. Ток ускоренных протонов от радиуса, первые эксперименты.