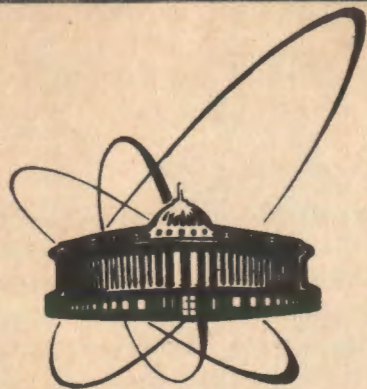


91-480



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P9-91-480

В. П. Дмитриевский, Н. Л. Заплатин,
Е. В. Самсонов

ВЫБОР СИСТЕМЫ ОТКЛОНЕНИЯ ПУЧКА
НА ВНУТРЕННЮЮ МИШЕНЬ ЦИКЛОТРОНА У-120И

1991

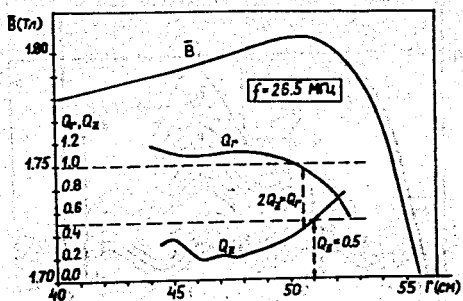


Рис. 1. Среднее поле \bar{B} и частоты свободных колебаний Q_1 и Q_2 в области конечных радиусов циклотрона.

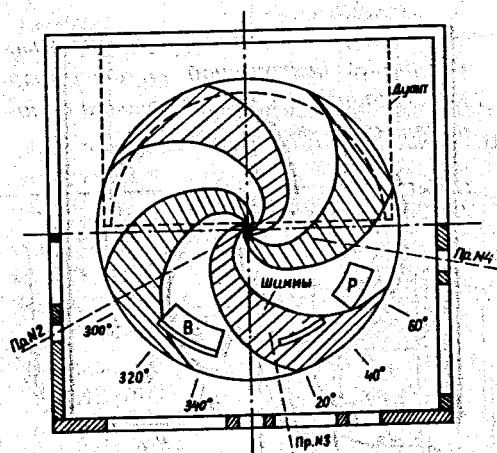


Рис. 2. Вид в плане вакуумной камеры с системой спиральных шимм: В — возбуждатель, М — мишень, Р — регенератор.

ром. По этой причине ниже будут рассматриваться только две из перечисленных выше систем.

Расчеты показали, что для получения требуемых параметров отклоненного на мишень пучка в необходимом диапазоне энергий может использоваться комбинированная система: в диапазоне энергий 25–32 МэВ используется только возбуждатель с градиентом — 5 Тл/м, расположенный в интервале азимутов (318–342)°. Начиная с энергий ~32 МэВ, вследствие захода орбиты протонов в область краевого поля, аксиальная неустойчивость пучка наступает ранее

Исследовалась возможность использования трех типов систем раскачки радиальных колебаний:

- возбуждатель;
- возбуждатель + регенератор;
- возбуждатель + компенсатор.

Привязка спиральных шимм к ускорительной камере и выбор расположения локальных неоднородностей проводились с учетом требования максимального использования конструкторской документации У-120М для изготовления У-120И.

На рис. 2 приведен вид в плане на систему спиральных шимм, ускорительную камеру, систему отклонения пучка и мишень. На этом рисунке мишень расположена в оптимальном месте, между двумя неоднородностями, напротив окна в камере на азимутах $5^\circ \div 25^\circ$. Отметим сразу, что использование системы возбуждатель + компенсатор (две неоднородности с отрицательным радиальным градиентом магнитного поля, разнесенные на 90° друг относительно друга) приводит к неоптимальному расположению мишени, т.к. максимальный заброс пучка наблюдается в интервале $30^\circ \div 60^\circ$ за компенсатором.

достижения требуемого радиального заброса. При этих энергиях необходимое поддержание аксиальной устойчивости и более высокий темп роста радиальных колебаний обеспечивается совместным действием возбудителя и регенератора с градиентом $+2$ Тл/м, расположенным в интервале азимутов $50^\circ \div 70^\circ$.

На рис. 3, 4 приведены результаты расчетов, иллюстрирующие вышесказанное. На рис. 3 показана траектория центральной частицы фазового эллипса, начиная от момента вхождения частицы в зону возбудителя ($W_H = 24$ МэВ) до момента, когда ее заброс в интервале азимутов $20^\circ \div 40^\circ$ составляет ~ 15 мм ($W_K = 27,3$ МэВ).

На рис. 4 показаны величины радиального заброса и аксиального размера пучка в диапазонах энергий $26,0 \div 27,4$ МэВ при использовании только возбудителя и $34,0 \div 35,4$ МэВ при использовании как только возбудителя, так и возбудителя и регенератора. Видно, что при $W_K \approx 35,4$ МэВ при отсутствии регенератора рост аксиальных амплитуд опережает рост радиального заброса. При включении регенератора получают требуемые параметры отклоненного пучка.

На рис. 5 изображено движение фазового эллипса радиальных колебаний по оборотам на азимуте $\varphi = 0^\circ$. Видно, что происходит увеличение радиального размера пучка с 5 до 30 мм. На рис. 6 показано радиальное положение, занимаемое пучком на двух последовательных оборотах в интервале азимутов $330^\circ \div 40^\circ$. Видно, что величина заброса не менее 15 мм на азимутах $0 \div 40^\circ$, и что для эффективного попадания пучка на мишень плоскость последней должна быть наклонена к окружности под углом $\sim 6,5^\circ$.

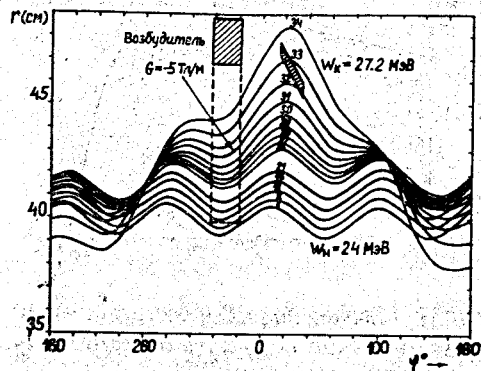


Рис. 3. Процесс раскачки радиальных колебаний центральной частицы фазового эллипса при использовании одной локальной неоднородности.

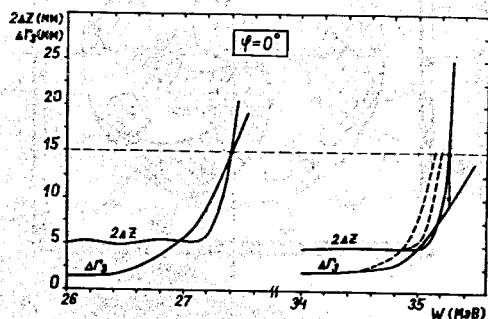


Рис. 4. Зависимость радиального заброса Δr_z и аксиального размера пучка $2\Delta Z$ в двух диапазонах энергии: — — — используется только возбудитель, — — — используется система возбудитель + регенератор.

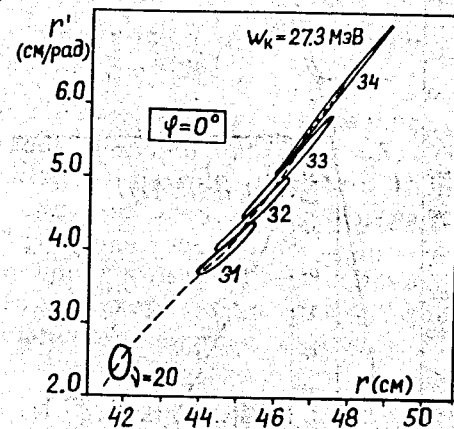


Рис. 5. Движение фазового эллипса радиальных колебаний по оборотам на азимуте $\varphi = 0^\circ$.

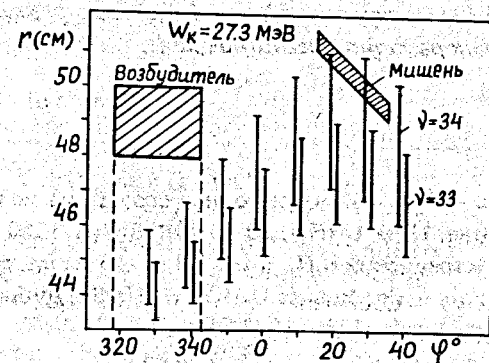


Рис. 6. Радиальное положение, занимаемое пучком на двух последовательных оборотах в интервале азимутов $(330-40)^\circ$.

На рис. 7 показаны поперечные сечения возбудителя и регенератора и их расчетное магнитное поле. Величина неотшуммированного магнитного поля в области циркулирующего пучка приведет (при совместном действии возбудителя и регенератора) к первой гармонике, не превышающей 5 Гс.

Авторы выражают благодарность Л.М.Онищенко и О.Н.Борисову за высказанные при обсуждении работы замечания.

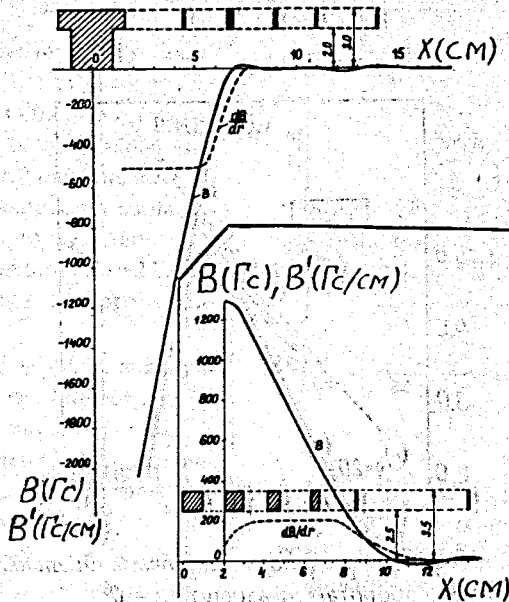


Рис. 7. Поперечное сечение возбуждателя и регенератора и их расчетное магнитное поле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазов А.А. и др. — В сб.: Международное совещание по циклотронам и их применению, Бежине, 1989, ОИЯИ, Д9-89-708, Дубна, 1989, с.87.
2. Борисов О.Н., Дмитриевский В.П., Кольга В.В. — Там же, с.380.
3. Аленицкий Ю.Г. и др. — Сообщение ОИЯИ, Р9-10091, Дубна, 1976.
4. Gordon M.M. — Part. Accel., 1984, 13 (1-2), p.67.

Рукопись поступила в издательский отдел

5 ноября 1991 года.