

С 345 Г

е  
20/10-66

Д-183

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P - 2588



В.И. Данилов, Б.А. Загер, А.Ф. Линева, И.А. Шелаев

МАГНИТНЫЙ КАНАЛ ДЛЯ ФОКУСИРОВКИ  
ОТКЛОНЕННОГО ПУЧКА ЦИКЛОТРОНА

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ  
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

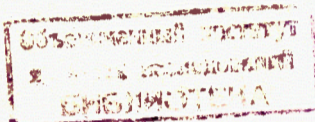
1966

P - 2588

В.И. Данилов, Б.А. Загер, А.Ф. Линец, И.А. Шелаев

МАГНИТНЫЙ КАНАЛ ДЛЯ ФОКУСИРОВКИ  
ОТКЛОНЕННОГО ПУЧКА ЦИКЛОТРОНА

Направлено в ПТЭ



4142/1, 48

Пучок ускоренных ионов в циклотроне после прохождения электростатического дефлектора под действием краевого поля электромагнита сильно дефокусируется по горизонтали. В результате значительная часть отклоненного пучка теряется на стенках камеры и ионопровода.

Для характеристики эффективности выводной системы циклотрона определим коэффициент вывода пучка как произведение двух коэффициентов:

$$K_B = K_0 \cdot K_{II}$$

где  $K_0$  — коэффициент отклонения, равный отношению тока, прошедшего дефлектор, к току на конечном радиусе;  $K_{II}$  — коэффициент прохождения, равный отношению тока в ионопроводе за фокусирующими линзами к току за дефлектором.

На полутораметровом циклотроне ОИЯИ, предназначенном для ускорения тяжелых ионов <sup>1/1</sup>, используется электростатический дефлектор с гиперболическим профилем пластины, что позволяет уменьшить горизонтальную расходимость пучка и получить на оси резонансных линий ширину пучка около 70 мм с угловой расходимостью около 3°. В принципе такая система вывода позволяет получить коэффициент отклонения  $K_0$  около 50%. Однако ограниченные размеры ионопровода и его значительная удаленность от дефлектора приводят к дополнительным потерям пучка, так что коэффициент вывода ( $K_B$ ) обычно не превышает 20–25%. Для получения максимального значения  $K_B$  требуется тщательная юстировка положения дефлектора, чтобы направление основной части пучка совпадало с осью ионопровода.

Повысить коэффициент прохождения ( $K_{II}$ ) можно с помощью дополнительного фокусирующего устройства, расположенного вдоль траектории отклоненного пучка в камере циклотрона.

Авторами был использован магнитный канал <sup>12-4/</sup>, внешний вид которого показан на рис. 1. При расчете поля в канале были выполнены следующие требования:

1. Суммарное поле после установки магнитного канала должно обладать такими фокусирующими свойствами, чтобы на максимально возможной в условиях ускорительной камеры длине канала ( $l = 440$  мм) пучок оказался сходящимся в горизонтальной плоскости.

2. Величина дополнительного магнитного поля, создаваемого пластинами канала на его оси, была выбрана равной нулю, чтобы не исказить траектории частиц, движущихся по осевой линии дефлектора и магнитного канала.

Поле в канале формируется с помощью набора сменных железных шимм прямоугольного сечения, которые крепятся к алюминиевому каркасу. Толщиной шимм можно изменять поле и градиент в канале. Поэтому окончательная толщина шимм подбирается экспериментально. Канал с помощью двух штоков, которые позволяют независимо перемещать вход и выход канала на  $\pm 30$  мм без нарушения вакуума, крепится на съемном фланце камеры циклотрона вдоль траектории отклоненного пучка (см. рис. 2).

При горизонтальной апертуре канала 6 см и расчетной ширине пучка 4 см можно изменять угол входа пучка в ионопровод в пределах  $\pm 2,5^\circ$ .

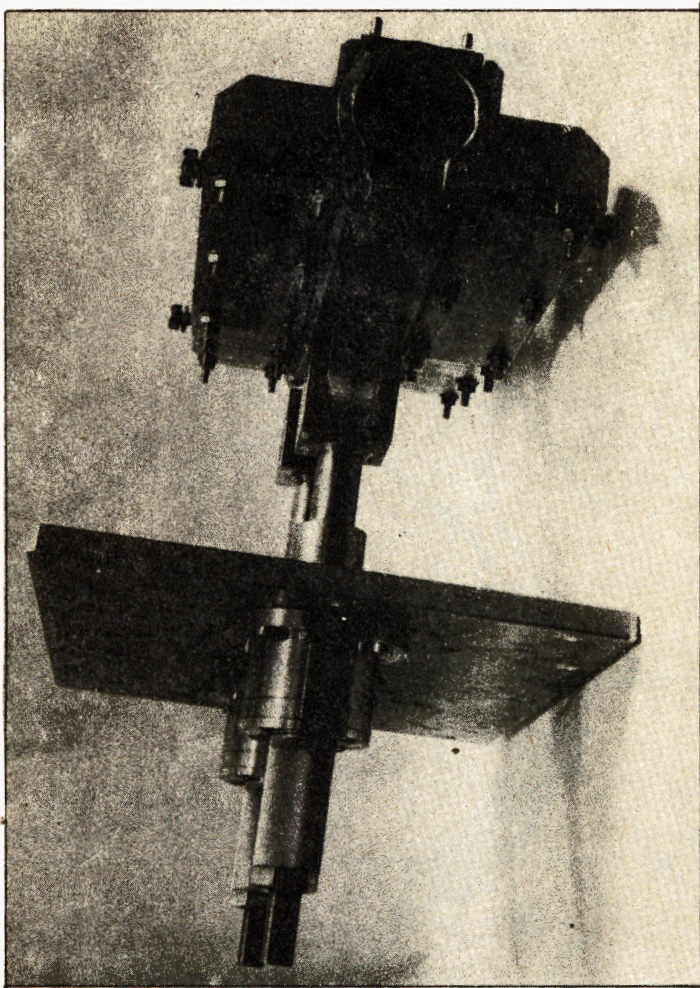
После устанoвки канала тщательной юстировкой электростатического дефлектора был получен максимальный коэффициент отклонения около 60%. Подбором соответствующих шимм и положения магнитного канала удалось получить коэффициент прохождения пучка ( $K_{\text{п}}$ ) равным 100%.

Таким образом, использование комбинированной системы вывода пучка на полуметровом циклотроне позволило довести коэффициент вывода ( $K_{\text{в}}$ ) до 50-60% и получить максимальные значения выведенных пучков ионов  $\text{C}_{12}^{+4}$  до  $25 \mu\text{A}$  и  $\text{N}_{14}^{+8}$  до  $15 \mu\text{A}$  (вместо 10 и  $7 \mu\text{A}$  соответственно до постановки канала).

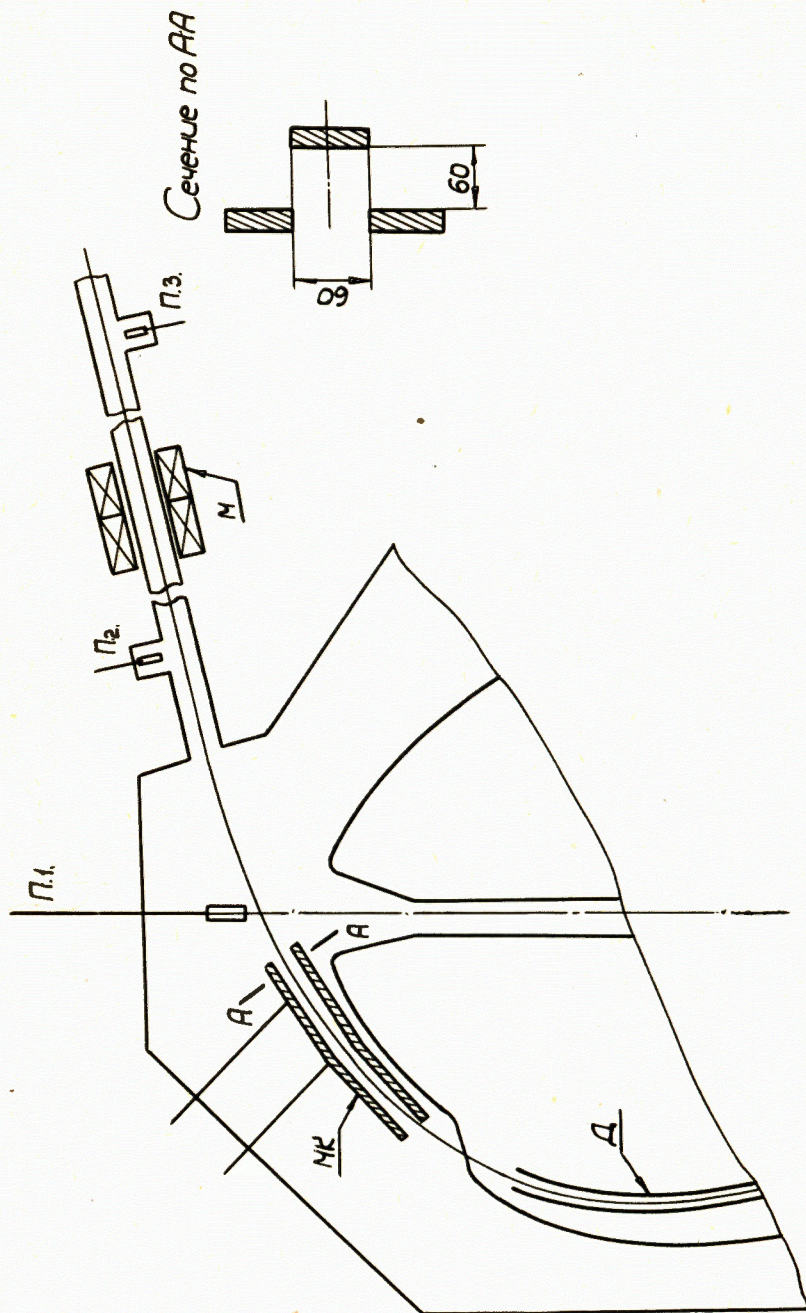
#### Л и т е р а т у р а

1. В.В. Батюня, Бай Фу-вэй, Г.Н. Вялов, Б.А. Загер, А.Ф. Линев. Перестройка полуметрового циклотрона в режим ускорения многозарядных ионов. Препринт ОИЯИ, 1858; Атомная энергия, т. 18, вып. 4, 1965.
2. В.И. Данилов, В.П. Дмитриевский, А.Ф. Честной. Метод повышения плотности выведенного пучка. ПТЭ, № 3, 1958.
3. В.И. Данилов, О.В. Савченко. Метод фокусировки заряженных частиц от ускорителя. ПТЭ, № 3, 1959.
4. В.И. Данилов. Формирование магнитных полей для ускорителей с пространственной вариацией. Диссертация ОИЯИ, Дубна, 1959.

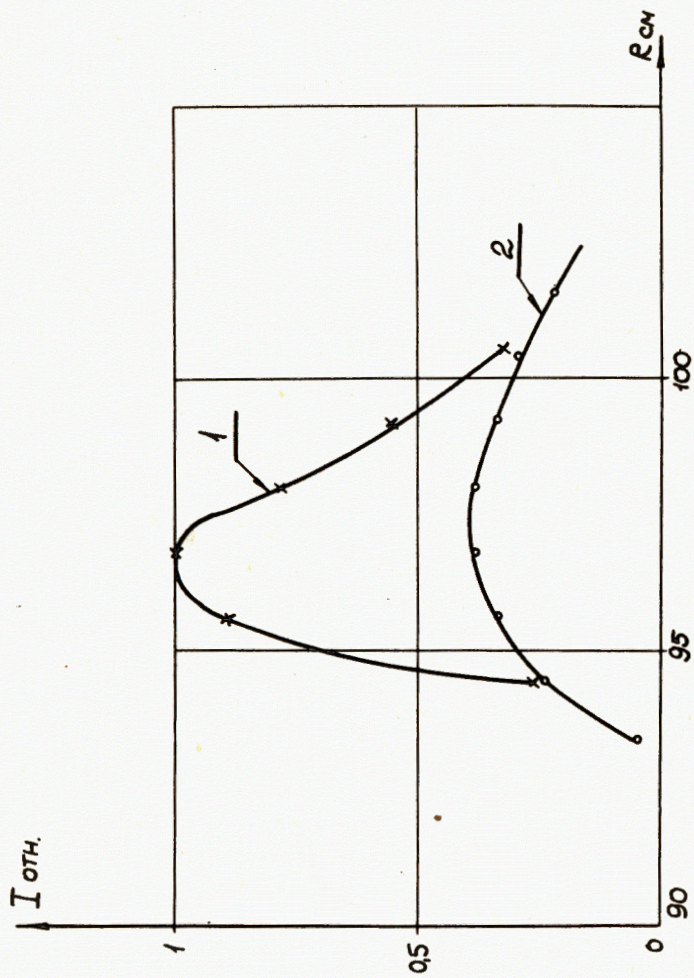
Рукопись поступила в издательский отдел  
18 февраля 1966 г.



Р и с. 1. Магнитный канал в собранном виде (без защитного кожуха).



Р и с. 2. Схема трассировки выведенного пучка на полутораметровом циклотроне (Д - дефлектор; МК - магнитные линзы; П<sub>1,2,3</sub> - пробники для измерения тока; М - магнитные линзы).



Р и с. 3. Распределение отклоненного пучка на оси резонансных линий 1) с магнитным каналом, 2) без магнитного канала.