

БЗ-9-80-425. *Валентин Б.В. и др.* +

13 -

4353/1-80



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

БЗ-9-80-425

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1980

Объединенный институт ядерных исследований
Лаборатория высоких энергий

Б.В.Василишин, Л.Г.Воробьев, В.А.Михайлов.

Расчет канала инжекции пучка в синхрофазотрон
в проекте УЖИ.

БЗ - 9 - 80 - 425.

18. 06. 80.

Дубна, 1980 г.

Введение.

В настоящее время в ЛВЭ ОИЯИ проектируется ускорительный комплекс тяжелых ионов (УКТИ)^{/1/}.

Первой ступенью УКТИ является линейный ускоритель ионов (ЛУИ-10). Ионы, ускоренные в ЛУИ-10, будут инжектироваться в тяжелоионный синхротрон (ТИС), а также, в некоторых режимах, непосредственно в синхрофазотрон.

На начальном участке оба тракта имеют общий канал транспортировки. В настоящей работе описана система инжекции из ЛУИ-10 в синхрофазотрон, приведены результаты расчета и даны параметры магнитных элементов, из которых состоит оптическая система инжекции.

I. Требования к системе инжекции в СФТ.

Система инжекции в синхрофазотрон должна обеспечить требуемые характеристики инжектируемого в СФТ пучка, а также свести к минимуму работы по реконструкции в существующем канале транспортировки.

Система инжекции должна быть ахроматичной и включать участок согласования с пучком, циркулирующим в синхрофазотроне (см.рис.1).

И, наконец, система должна иметь возможность работать в двух режимах: инжекции в СФТ и инжекции в ТИС.

II. Расчет системы инжекции в СФТ.

Расчет системы инжекции проводился на ЭВМ ЕС-1010, на ЭВМ МЕРА-60, а также использовалась программа для ЭВМ БЭСМ-6 "TRANSPORT"^{/3/}.

Пучок в начале тракта инжекции имеет следующие характеристики:

$$\begin{aligned}x_{max} &= 0,9 \text{ см} \\x'_{max} &= 4,15 \text{ мрад} \\L_x &= 0 \\E_x &= 3,74 \text{ см.мрад} \\y_{max} &= 0,525 \text{ см} \\y'_{max} &= 6,9 \text{ мрад} \\L_y &= 0 \\E_y &= 3,62 \text{ см.мрад}\end{aligned} \quad (I)$$

При этом бралась максимально-возможная магнитная жесткость пучка $B\rho = 1,556 \text{ т.м.}$ (что соответствует импульсу $p = 0,465 \text{ ГэВ/с}$ или энергии $w = 10,5 \text{ МэВ/нуклон}$). Импульсный разброс после прохождения дебанчера составляет $\Delta P/P = 1,6 \times 10^{-3}$.

Пучок, инжектируемый в СФТ, должен иметь следующие характеристики в середине прямолинейного промежутка:

$$\begin{aligned} X_{\text{макс}} &= 2,0 \text{ см} \\ X'_{\text{макс}} &= 1,87 \text{ мрад} \\ \Delta x &= 0 \\ Y_{\text{макс}} &= 3,58 \text{ см} \\ Y'_{\text{макс}} &= 1,012 \text{ мрад} \\ \Delta y &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Этот пучок согласован с бета-функцией синхрофазотрона по вертикали, а размер по горизонтали определяется условиями многооборотной инжекции и имеет полуширину 2 см.^{1/2}

Дисперсия и ее производная на выходе из магнита-инфлектора ИМ5 равны нулю (см.рис.2).

$$\begin{aligned} D_x &= 0 \text{ см} \\ D'_x &= 0 \text{ рад} \end{aligned} \quad (3)$$

Пучок (1), проходя через систему инжекции, преобразуется в пучок вида (2), при этом выполнены условия (3) (см.рис.2).

Система АХРОМ-х имеет нулевую дисперсию и ее производную на входе и выходе.

Дисперсия возникает после прохождения магнитов ИМ1 и ИМ2. Четыре линзы ИЛ5, ИЛ6, ИЛ7 и ИЛ9 с помощью магнитов ИМ4 и ИМ5 ее компенсируют.

Задачей системы СОГЛАСОВАНИЕ является преобразование пучка(1) так, чтобы после прохождения через систему АХРОМ-х он принял вид (2). Эта задача решается с помощью подбора соответствующих градиентов в линзах ИЛ1, ИЛ2, ИЛ3 и ИЛ4.

При расчете учитывались эффективные длины в линзах и магнитах.

III. Магнитные элементы.

В системе инжекции от ЛУИ-10 в синхрофазотрон используются следующие магнитные элементы:

1. Стандартные линзы ИОК25 с полуапертурой 5 см и эффективной длиной 28,1 см.

2. Магниты ИМ1 и ИМ2 с апертурой $X \times Y = 15 \text{ см} \times 10 \text{ см}$ и эффективной длиной 40 см. Эти магниты в настоящее время разрабатываются в НИИЭФА (Ленинград).

3. Септум-магниты ИМ4 и ИМ5 должны быть рассчитаны на прохождение пучка с поперечными полуразмерами 2 см x 3,6 см. При этом следует предусмотреть запас в зазорах этих магнитов. Для уменьшения сагитты и обеспечения требуемой фокусировки в обеих плоскостях

Литература.

1. Ускорительный комплекс тяжелых ионов, ОИЯИ, 9-11796, Дубна, 1978 г.
2. И.М.Баженова, Л.П.Зиновьев, Р.И.Федорова, А.И.Широкова
"Ахроматическая поворотно-фокусирующая система для ввода частиц в синхрофазотрон ОИЯИ", ОИЯИ, 9-3046, Дубна, 1966 г.
3. Brown K.L et al. CERN, 73-16, 1973.

Таблица.

№ Элемент	L (см)	Градиент для линз поле для магнитов	Апертура (см)	Размер пучка на выходе из элемента Xсм x Yсм	Тип
1. дрейф	153			1,1смx1,2см	
2. линза ИЛ1	28,1	457,7гс/см	10	1,0смx1,5см	IOK25
3. дрейф	50,0			0,7смx2,4см	
4. линза ИЛ2	28,1	-430,4гс/см(-416,4гс/см)*	10	0,7смx2,6см	IOK25
5. дрейф	383			2,4смx1,8см	
6. линза ИЛ3	28,1	-268,3гс/см	10	2,7смx1,6см	IOK25
7. дрейф	50,0			3,6см1,1см	
8. линза ИЛ4	28,1	316,6гс/см(337,7гс/см)*	10	3,8смx1,0см	IOK25
9. дрейф	355			2,5смx1,4см	
10. магнит ИМ1	40,0	8826,13гс		2,3см1,5см	
11. дрейф	60,0			2,1смx1,7см	
12. магнит ИМ2	40,0	8826,13гс		2,0смx1,8см	
13. дрейф	190			1,6смx2,0см	
14. линза ИЛ5	28,1	-174,0гс/см(-120гс/см)*	10	1,6смx1,9см	IOK25
15. дрейф	50,0			1,7смx1,7см	
16. линза ИЛ6	28,1	273,2гс/см(450гс/см)*	10	1,7смx1,7см	IOK25
17. дрейф	80,0			1,3смx2,0см	
18. линза ИЛ7	28,1	-174,0гс/см(-100гс/см)*	10	1,3смx2,0см	IOK25
19. дрейф	230			1,7смx1,3см	
20. линза ИЛ8	28,1	0,0гс/см (-490гс/см)*	10	1,7смx1,4см	IOK25
21. дрейф	41,9			1,9смx1,3см	
22. линза ИЛ9	28,1	160,6гс/см(700гс/см)*	10	1,9смx1,3см	IOK25
23. дрейф	150			1,7смx1,8см	
24. магнит ИМ3	40,0	0,0гс (13578гс)*		1,7смx1,9см	
25. дрейф	441			1,8смx3,4см	
26. магнит ИМ4	108	6537,9гс		2,0смx3,5см	
27. дрейф	74,0			2,0смx3,6см	
28. магнит ИМ5	56,0	1454,9гс		2,0смx3,6см	

*) Режим инжекции в ТИС.

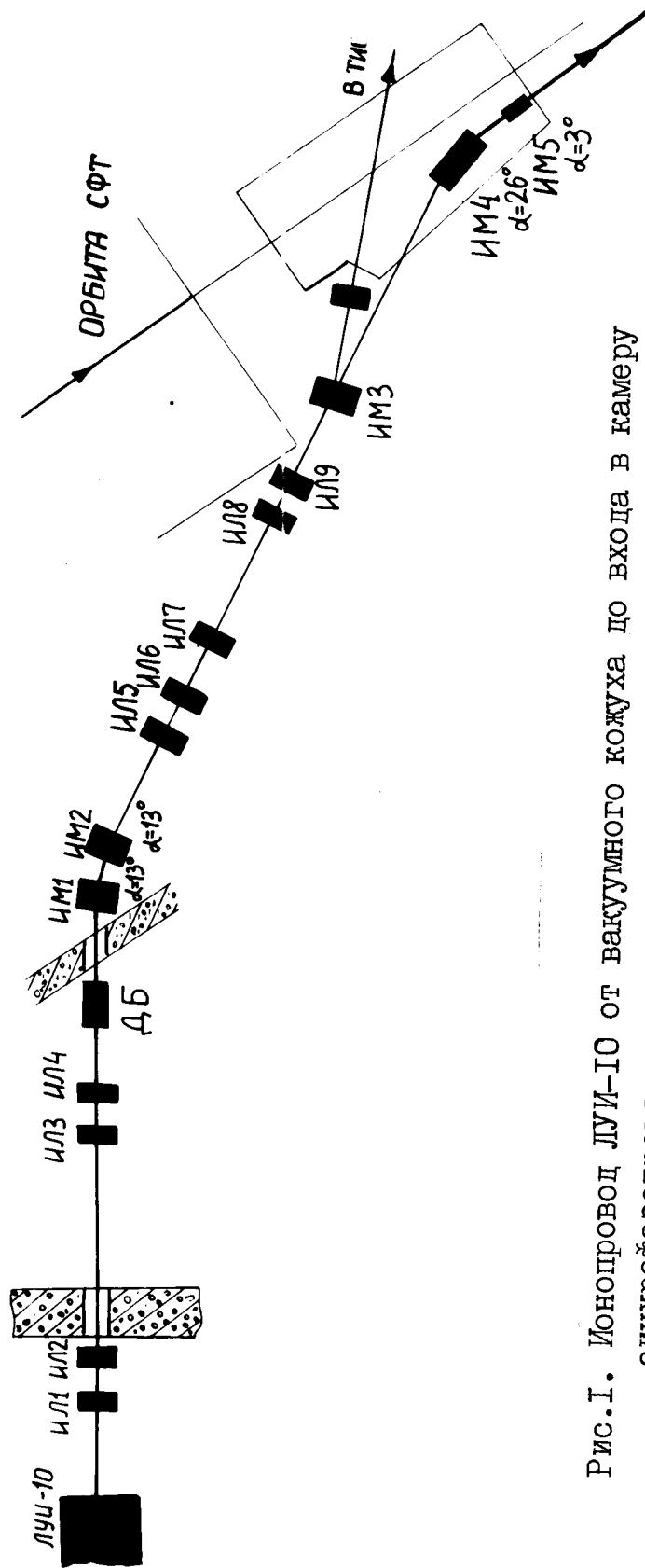


Рис. 1. Ионопровод ЛУИ-10 от вакуумного кожуха до входа в камеру синхрофазотрона.

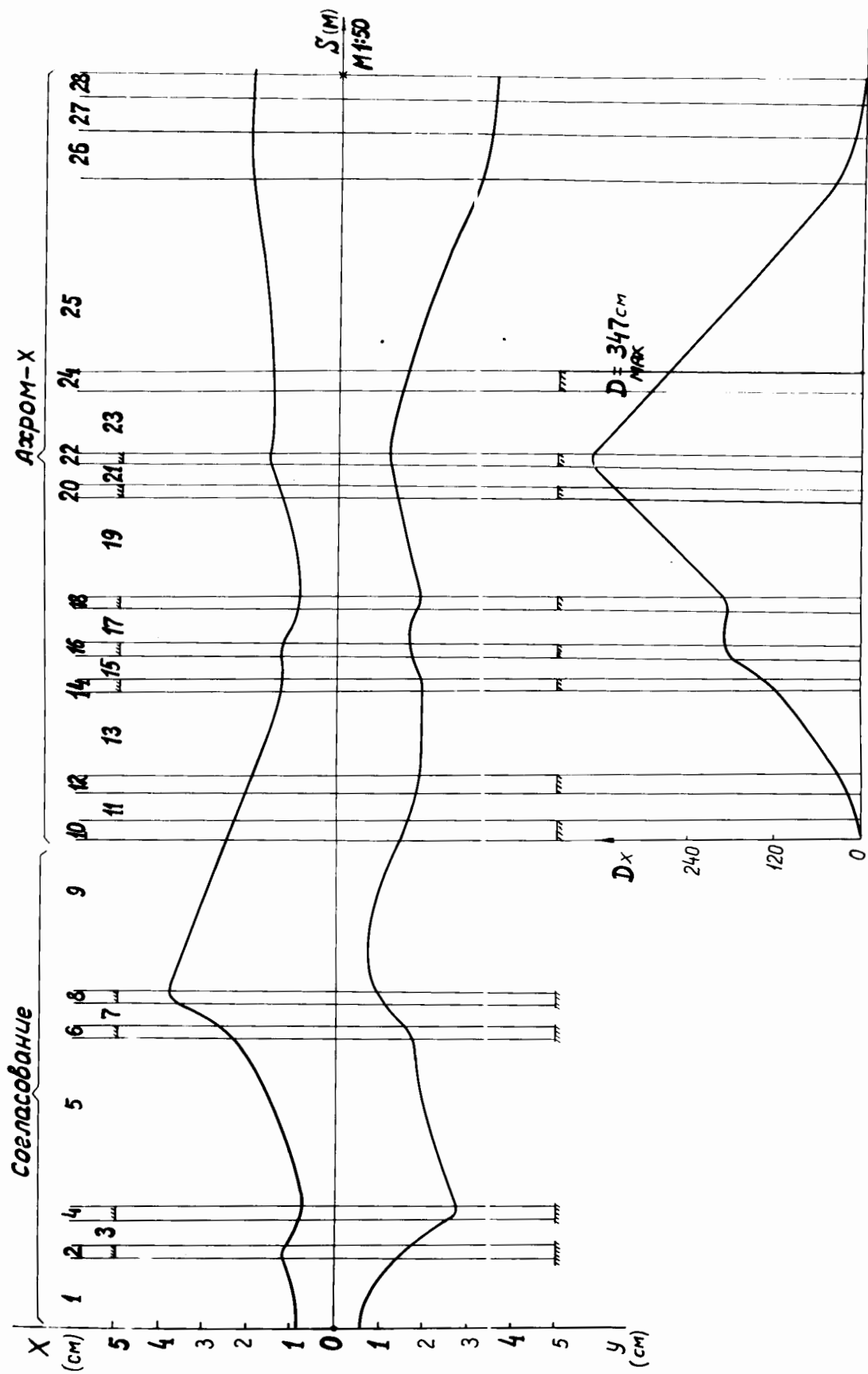


Рис.2. Огибающие пучка без учета дисперсии в горизонтальной (X) и вертикальной (Y) плоскостях и дисперсия (D_x) в канале инжекции.