

Василишин Б.В. и др.

6136/85

+

Б2-9-85-162



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

с345е3

Б 2-9-85-162

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 19 85 2

Объединенный институт ядерных исследований
Лаборатория высоких энергий

Б2-9-85-162

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА
СИНХРОФАЗОТРОНЕ ПУЧКАМИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ
ЯДЕР

Б.В.Василишин, В.И.Волков, Л.П.Зиновьев, И.Б.Иссинский,
А.Д.Кириллов, Л.Г.Макаров, С.А.Новиков, Б.Д.Омельченко,
А.И.Пикин, Ю.К.Пилипенко, И.Н.Семенюшкин, В.Ф.Сиколенко,
А.А.Смирнов, Э.Н.Цыганов, В.И.Черников.

Институт ядерных исследований
Лаборатория высоких энергий
05 03 1985

Дубна, 1985 г.

А Н Н О Т А Ц И Я

Представлены основные характеристики ускорительного комплекса Лаборатории высоких энергий ОИЯИ, в том числе интенсивности пучков ускоряемых в Синхрофазотроне ядер.

Вывод пучков из Синхрофазотрона, основанный на использовании резонанса $Q_x = 2/3$, производится по двум направлениям - в большой экспериментальный зал (№ 205) и экспериментальный зал № 1Б.

На первом направлении вывода пучка (Длительность растяжки пучка 0,5 с, коэффициент вывода 90...95%) в большом экспериментальном зале создана система каналов, позволяющая осуществлять одновременную работу нескольких физических установок.

В настоящее время начаты работы по реализации второго медленного вывода - в направлении корпуса 1Б. Проведены первые эксперименты по выводу частиц с длительностью растяжки 0,5 с.

В 1984 году проведены эксперименты по выводу пучка протонов из камеры ускорителя с помощью изогнутой пластины монокристалла кремния.

Планами Лаборатории предусматривается проведение экспериментов на пучках поляризованных дейтронов. В начале 1984 г. пучок дейтронов с поляризацией около 50 % был получен на линейном ускорителе.

Научная программа, выполняемая в настоящее время на пучках Синхрофазотрона, имеет тенденцию к дальнейшему расширению. Физические результаты, получаемые в области релятивистской ядерной физики /1/, порождают в свою очередь новые идеи и предложения, в связи с чем со стороны физиков стран-участниц ОИЯИ постоянно растет спрос на каналы пучков с различными параметрами. В последние годы на ускорителе отмечается значительный прогресс как в повышении интенсивности пучков ускоряемых ядер, так и в увеличении их массовых чисел /2/. Намечена реализация программы, позволяющей обеспечить физические установки такими пучками в среднем диапазоне энергий (несколько сотен МэВ/нуклон), что даст возможность решить ряд задач, запланированных в свое время для первой очереди УКТИ /3,4/.

В связи с переводом в 1970 г. Синхрофазотрона на ускорение ядер потребовалась реконструкция ряда его основных узлов. Дальнейшие усовершенствования ведутся в настоящее время и касаются прежде всего инжектора, ускоряющей и вакуумной системы; изменились требования к каналам транспортировки выведенного пучка, устройствам диагностики.

Основные параметры Синхрофазотрона приведены в таблице I. В таблице 2 даны значения по годам интенсивности ускоряемых в нем ядер.

Таблица I.

Основные параметры Синхрофазотрона.

Периметр орбиты	- 208 м	Длительность медленного вывода	- 0,5 с
Рабочее n	- 0,67	Эмиттанс выведенного пучка	
Частота бетатронных колебаний		горизонт.	-30 мм мрад
Q_x	- 0,63	вертик.	-40 мм мрад
Q_z	- 0,89		

1	2	3	4
$^{22}\text{Ne}^{10+}$	-	-	$\sim 10^4$
$^{24}\text{Mg}^{12+}$	-	-	$\sim 10^5$
$^{28}\text{Si}^{14+}$	-	-	$\sim 10^2$

Уменьшение на порядок величины рабочего давления в вакуумной камере Синхрофазотрона /5/, намеченное на 1985 г., позволит продвинуться по массам ускоряемых ядер до середины периодической таблицы Менделеева, а также значительно повысить по сравнению с имеющимися интенсивности пучков кислорода, неона, магния и других элементов.

Вывод пучка из Синхрофазотрона, основанный на использовании резонанса $Q_x = 2/3$, производится по двум направлениям - в большой экспериментальный зал (№ 205) и экспериментальный зал № 1Б (рис.1).

Система внутренней транспортировки пучка, выводимого по первому направлению, состоит из септум-магнита и линзы предварительного отклонения (второй прямолинейный промежуток) и магнита и линзы основного отклонения пучка (третий прямолинейный промежуток). Транспортировка выведенного пучка в начальной части канала и его формирования в районе мишенной станции F 3 (экспериментальный зал № 1) производится с помощью двух дублетов квадрупольных линз 20K100 (рис.2). Длительность растяжки выведенного пучка составляет 0,5 с, коэффициент вывода - 90...95%. Для получения равномерного во времени вывода применяется аппа-

ратура обратной связи, использующая сравнение сигнала датчика тока выведенного пучка с опорным напряжением и последующее воздействие функционально преобразованного разностного сигнала на ток в градиентных обмотках.

В большом экспериментальном зале с полезной площадью 6000 м^2 создана система каналов, позволяющая осуществлять одновременную работу нескольких физических установок (рис.3). Оптическая схема основного канала ВП - I включает три объектива, каждый из которых образован двумя дублетами линз 20К200. Структура ВП-I - ФДДФ - ФДДФ - ФДДФ (в горизонтальной плоскости). Первые (входные) дублеты линз каждого объектива формируют параллельный в обеих плоскостях пучок. Вторые (выходные) дублеты формируют кроссоверы в F4, F5, F6, где установлены дистанционно управляемые приводы мишеней и смонтирована локальная защита, обеспечивающая радиационную безопасность при вводе в пучок "толстых" мишеней. От F4 берут начало три боковых канала (1В, 7В, 8В), от F5 - два канала (3В и 4В), от F6 - два канала (5В и 6В). Выбор такой схемы размещения боковых каналов определяется возможностью организации их одновременной и независимой работы - в каждом из каналов 1В - 8В можно менять ^{импульс} и сорт вторичных частиц. Для отклонения первичного пучка в боковые каналы на трассе ВП-I в районах F4, F5, F6 установлены магниты. ВП-I и головные части боковых каналов окружены бетонной защитой, обеспечивающей радиационную безопасность персонала, работающего в зале. В конце ВП-I смонтирована ловушка, рассчитанная на гашение пучка любой интенсивности. В экспериментальном корпусе установлен пульт управления режимами работы каналов. Система управления обеспечивает:

- а) контроль токов в элементах магнитной оптики;
- б) дистанционное управление приводами мишеней;
- в) контроль параметров пучка в F 4, F5, F6 (положение центра тяжести и размеров пучка, интенсивность);

- г) контроль параметров пучка в боковых каналах (импульс, интервал импульсов, размеры, расходимость, интенсивность);
- д) управление токами в магнитах и линзах;
- е) управление приводами коллиматоров.

Измерение параметров пучков при низких уровнях интенсивности (10^6 частиц/цикл) производится с помощью многопроволочных пропорциональных камер и сцинтилляционных счетчиков. Для измерения высокоинтенсивных пучков используются движущиеся мишени с телескопами счетчиков. Ведутся работы по оснащению ВП-1 многопроволочными ионизационными камерами для измерения пространственных характеристик пучков в диапазоне интенсивностей $10^7 \dots 10^{12}$ частиц-цикл.

Канал второго направления вывода пучка был предназначен, в основном, для обеспечения работы пузырьковых камер (длительность вывода 0.7 мс), расположенных в корпусах IB и IV. В настоящее время начаты работы по реализации второго медленного вывода - в направлении корпуса IB, площадь которого позволяет разместить несколько экспериментальных установок, работающих по электронной методике. Магниты быстрого вывода в первом прямолинейном промежутке заменены новыми, позволяющими осуществить режимы как медленного, так и быстрого вывода. Проведены первые эксперименты по выводу частиц с длительностью растяжки около 0,5 с. Характеристики второго медленного вывода приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Характеристики второго медленного вывода

Энергия частиц:	протоны	- 1,3 ... 8,1 ГэВ
	ядра	- 0,5 ... 3,6 ГэВ/нуклон
Длительность вывода		- 1 мс ... 1 с
Коэффициент вывода (одноступенная система)		~ 50 %
Размер пучка на внешней мишени		- от 20 x 20 мм ² до 160 x 160 мм ²

В 1984 г. были проведены эксперименты по выводу пучка протонов из камеры ускорителя с помощью монокристалла в режиме каналирования^{/6/}. Изогнутая пластина монокристалла кремния размером $11 \times 10 \times 0,4 \text{ мм}^3$ была установлена в первом прямолинейном промежутке ускорителя в месте расположения отклоняющего магнита второго направления вывода на расстоянии 200 мм от оси вакуумной камеры. Наведение частиц на пластину осуществлялось смещением орбиты циркулирующего пучка. Направление пучка по внешнему каналу транспортировки задавалось угловым положением кристалла. Хотя этот способ не позволяет получить высокую эффективность вывода, его использование может оказаться удобным для работы в специальных режимах, требующих низкой интенсивности. Коэффициент вывода составлял около 10^{-4} и определялся, в основном, геометрическими размерами пучка и кристалла. Эффективность вывода может быть существенно повышена при увеличении поперечного размера кристалла.

В дальнейшем планами Лаборатории предусматривается проведение экспериментов на пучках поляризованных дейтронов. В начале 1984 г. пучок дейтронов с поляризацией около 50 % был получен на линейном ускорителе, что позволяет считать реальным его ускорение и вывод на физические установки в 1985 году.

Литература:

1. А.М.Балдин, JINR, E-1-80-545, Dubna, 1980.
2. Ю.Д.Безногих, В.А.Мончинский, ОИЯИ, P9-84-246, Дубна, 1984 г.
3. А.М.Балдин и др. Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям. т. II, стр. 347, Дубна, 1979 г.
4. В.С.Александров и др. ОИЯИ, P9-83-613, Дубна, 1985 г.
5. Б.В.Василишин, А.И.Пикин и др. ОИЯИ, P9-84-281, Дубна, 1984 г.
6. В.В.Авдейчиков и др. Краткие сообщения ОИЯИ. № I-84, Дубна, 1984 г.

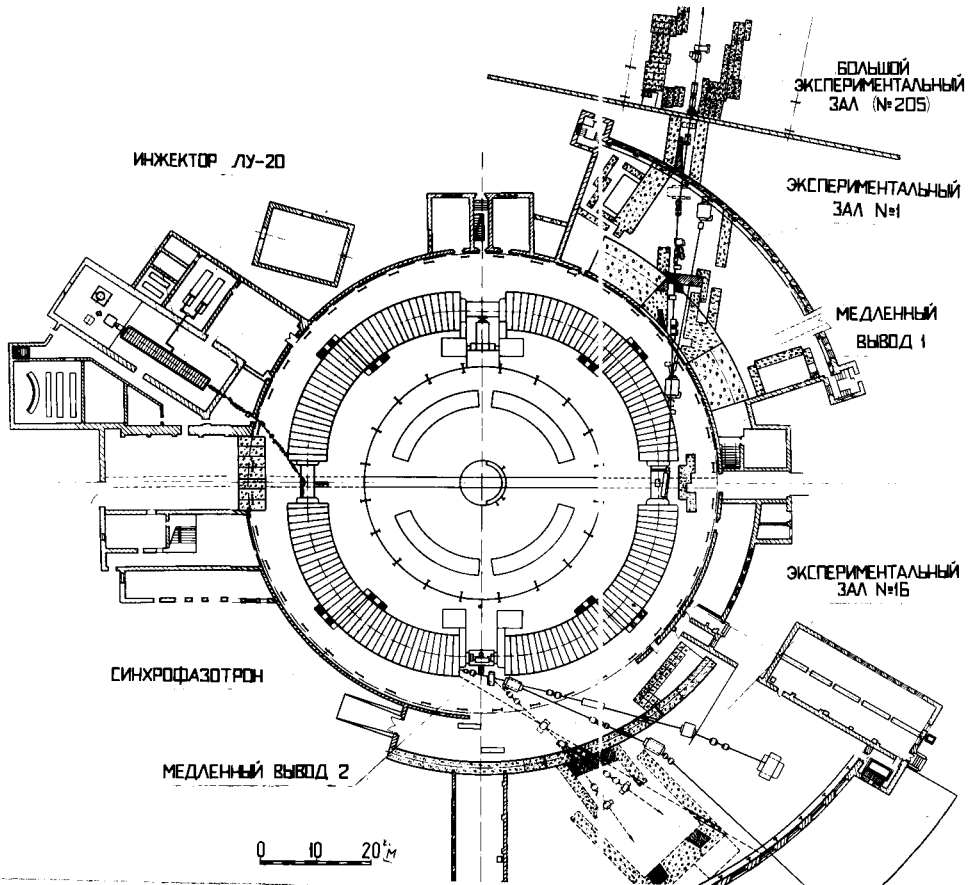


Рис.1. Схема ускорительного комплекса.

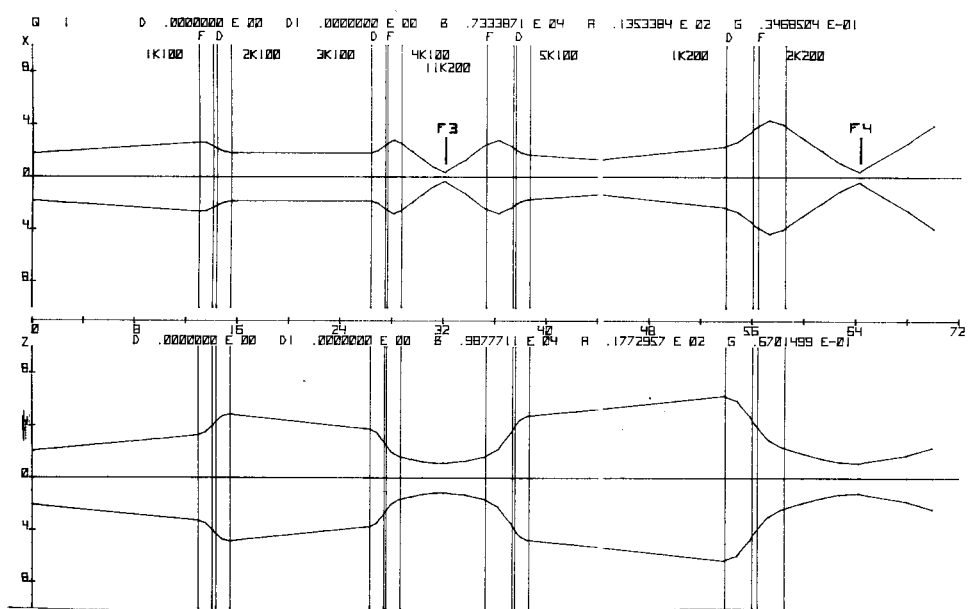


Рис.2. Огибающие пучка в начальной части канала медленного вывода.

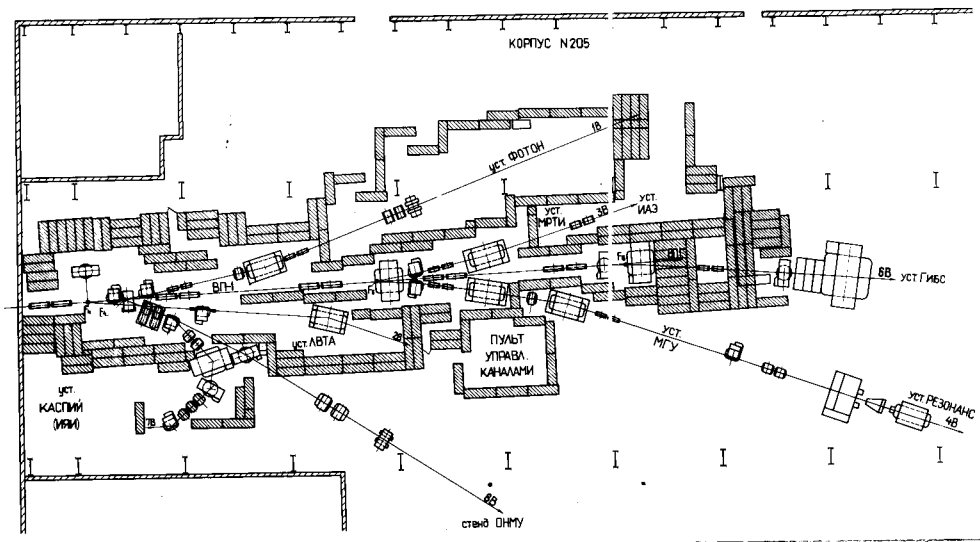


Рис.3. Схема расположения каналов транспортировки частиц в большом экспериментальном зале.