

**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна**

9-85-511

А. Н. Баландилов, Ю. Д. Безногих, В. И. Волков,
А. И. Говоров, В. П. Заболотин, Л. П. Зиновьев,
А. С. Исаев, И. И. Карпов, И. И. Куликов, Л. Г. Макаров,
В. А. Мончинский, В. Н. Перфеев, А. И. Пикин,
В. В. Селезнев, И. Н. Семенюшкин, С. В. Федуков,
Д. И. Шерстянов, В. И. Черников

СИНХРОФАЗОТРОН ОИЯИ
Работа и совершенствование
(июль-декабрь 1984 г.)

1985

1. РАБОТА УСКОРИТЕЛЯ И НАУЧНАЯ ПРОГРАММА

В период июль-декабрь 1984 г. синхрофазотрон ОИЯИ отработал 2628 ч. Из них на физический эксперимент было использовано 1947 ч /74,1%, на совершенствование ускорителя - 400 ч /15,2%/. На технологическую подготовку систем затрачено 137 ч /5,2%/, потери времени по причине простоев оборудования составили 144 ч /5,5%/.

В табл.1 представлена информация о виде ускоряемых ядер, интенсивности ядерных пучков в импульсе и длительности работы ускорителя в соответствующем режиме.

Таблица 1

	N_{max}	T (ч)
P	$1,0 \cdot 10^{12}$	858
d	$5,0 \cdot 10^{11}$	140
3_2He	$4,0 \cdot 10^9$	615
7_3Li	$1,5 \cdot 10^8$	26
${}^{10}_4B$	$1,0 \cdot 10^6$	4
${}^{12}_6C$	$3,5 \cdot 10^8$	190
${}^{16}_8O$	$2,5 \cdot 10^7$	327
${}^{19}_9F$	$6,0 \cdot 10^6$	452
${}^{28}_{14}Si$	$6,0 \cdot 10^2$	16

Коэффициент использования ускорителя в физических исследованиях был равен 2,1.

Аналогичные показатели работы на протяжении 1984 г. В 1984 году синхрофазотрон отработал 4019 ч /76,6%/, на совершенствование ускорителя - 522 ч /13,0%/. На технологическую подготовку

систем затрачено 175 ч /4,4%/, потери времени по причине простоя оборудования составили 241 ч /6,0%/.

В табл.2 представлены сведения о виде ускоренных ядер, их интенсивности в одном импульсе и длительность работы ускорителя в соответствующем режиме на протяжении 1984 года.

Таблица 2

	N_{\max}	Т ч
P	$1,0 \cdot 10^{12}$	1142
d	$5,0 \cdot 10^{11}$	788
${}^3\text{He}^2$	$4,0 \cdot 10^9$	615
${}^4\text{He}^2$	$3,5 \cdot 10^{10}$	272
${}^7\text{Li}^3$	$1,5 \cdot 10^6$	26
${}^{10}\text{B}^5$	$1,0 \cdot 10^6$	4
${}^{12}\text{C}^6$	$3,5 \cdot 10^8$	190
${}^{16}\text{O}^8$	$2,5 \cdot 10^7$	383
${}^{19}\text{F}^9$	$6,0 \cdot 10^6$	452
${}^{24}\text{Mg}^{12}$	$8,0 \cdot 10^3$	131
${}^{28}\text{Si}^{14}$	$6,0 \cdot 10^2$	16

Коэффициент использования ускорителя в физических исследованиях был равен 2,3.

Во втором полугодии на синхрофазотроне продолжались исследования кумулятивного образования частиц, изучение энергетической и Δ -зависимостей сечения перезарядки ${}^3\text{He}^2 \rightarrow {}^3\text{He}^1$ с возбуждением Δ -изобары и ${}^3\text{He}^2 \rightarrow \text{d}$ фрагментации. Выполнены эксперименты по измерению спектров фрагментов ${}^3\text{He}^2$ и спектров протонов на разных мишенях. Проведены исследования по поиску аномальных фрагментов на пучках кислорода и фтора. На пучке фтора измерены сечения выхода легких фрагментов и инклюзивные спектры для нескольких углов вылета на разных мишенях. На пучке углерода проведены эксперименты по измерению выхода пионов и каонов из углеродной мишени. Облучены фотозумльсионные камеры

и кристаллические детекторы на пучке кремния. Выполнены методические и наладочные работы на новых физических установках в корпусе 205, а также медико-биологические эксперименты, на двухметровой пропановой и однометровой жидководородной пузырьковых камерах в пучках протонов и ядер получено более 300 тыс.фотографий.

2. ЛАЗЕРНЫЙ ИСТОЧНИК МНОГОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ

К очередному сеансу ускорения ядер лазерный источник /ЛИ/ подвергся ряду усовершенствований. Была изготовлена новая камера источника и узел стыковки с ускоряющей трубкой форинжектора /ФИ/. В газовую систему CO_2 лазера были внесены изменения, позволяющие питать лазер от двух отдельных баллонов с CO_2 и N_2 . Это дало возможность более оперативно менять соотношение газов в активном объеме.

Конструкция стыковочного узла источника с ускоряющей трубкой такова, что при смонтированном на ФИ CO_2 -лазере позволяет проводить замену дуоплазматрона лазерным источником. Минимальное время перехода с одного источника на другой составило 8 ч.

Новая камера ЛИ /рис.1/ снабжена системой защиты линзы объектива от напыления. Конструктивно она выполнена таким образом, что в зависимости от типа мишени можно применять один из двух приводов перемещения мишени - либо по плоской поверхности, либо по образующей цилиндра. В сеансе использовался узел мишени с перемещением по цилиндрической поверхности. Система управления позволяет с пульта линейного ускорителя /ЛУ-20/ перемещать мишень и защитную пленку автоматически или вручную.

В запланированных экспериментах намечалось ускорить ионы бора, углерода, азота, кислорода, фтора и кремния. Ускорение азота и кислорода при помощи ЛИ осуществлялось впервые, а бор, фтор и кремний ранее на синхрофазотроне не ускорялись. Поскольку существующий ЛИ может эффективно производить ионы легких элементов с потенциалом ионизации $400 \div 500$ эВ, при ускорении в ЛУ-20 кислорода, фтора и кремния возникают определенные трудности. Достижимые для этих ионов отношения $z/A \leq 0,4$, и ускорение их в ЛУ-20 с перегородкой /1/ в резонаторе требует увеличения напряжения импульсного трансформатора /ИТ-800/ выше 800 кВ, что невозможно по техническим условиям. Поэтому ускорение проводилось без перегородки, а напряжение на ускоряющей трубке ФИ определялось из выражения $U_{\text{фи}} = 175 \frac{z}{A}$ кВ.

Ускорение углерода в ЛУ-20 осуществлялось с установленной перегородкой в резонаторе. Ускорялась пятая зарядность ${}^{12}\text{C}^{5+}$ ($z/A = 0,417$) с перезарядкой на углеродной обдирочной мишени /стриппере/ перед поворотным магнитом ПМ-1. После окончания ускорения углерода внутри резонатора ЛУ-20 перегородка была демонтирована, и дальнейшая работа проходила без нее.

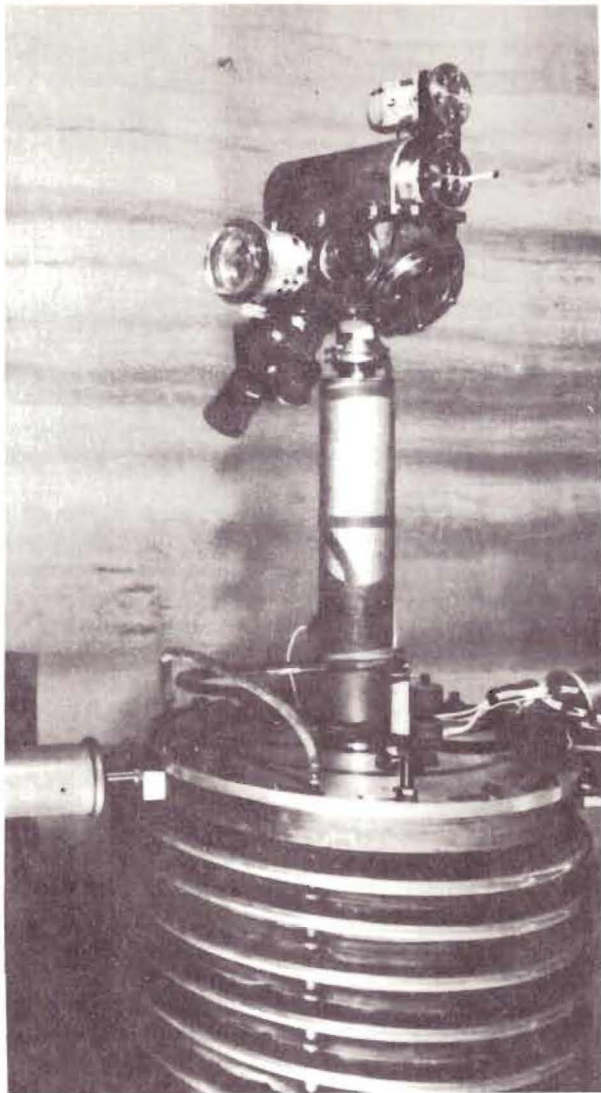


Рис. 1

При ускорении кислорода шестой зарядности $^{18}\text{O}^{6+}$ ($z/A = 0,375$) в качестве мишени использовался кварц SiO_2 . При ускорении фтора в ЛУ-20 использована седьмая зарядность $^{19}\text{F}^{7+}$. Мишенью служили кристаллы фтористого лития LiF и фторопласт $(\text{CF}_2)_n$. При включенной в одном квадранте синхрофазотрона системе криооткачки отмечен рост конечной интенсивности ядер F . В ЛУ-20 ускорилась десятая зарядность кремния $^{28}\text{Si}^{10+}$ ($z/A = 0,357$). В качестве мише-

ни использованы кристаллы чистого кремния Si и кварца SiO_2 . При работе на чистом кремнии отмечается быстрое падение интенсивности на выходе ЛУ-20 на протяжении $\sim 15'$ по причине разрушения мишени. Продолжительность работы в одну точку мишени из кварца достигает двух часов, однако дополнительную обдирку ускоренных ионов необходимо проводить после ПМ-1, тогда ионы десятой зарядности кремния могут быть отделены от ускоренных вместе с ними ионов кислорода. При этом, естественно, не пройдут и все ионы примесей, имеющих z/A , отличное от ионов $^{28}\text{Si}^{10+}$ ($z/A = 0,375$) на величину, превышающую разрешение системы ПМ-1 - ионопровод $\sim 2,5\%$. К сожалению, перезарядка за ПМ-1 имеет тот существенный недостаток, что в этом случае разгруппирователь, расположенный до ПМ-1, не может быть использован для коррекции энергетического разброса пучка ядер. Это существенно снижает конечную интенсивность ускоренного пучка в кольце синхрофазотрона.

Первая попытка ускорения кремния была предпринята без включения системы криооткачки. В качестве мишени использовались кристаллы кремния, а обдирочная мишень размещалась до ПМ-1. Полученная на выходе ЛУ-20 максимальная интенсивность пучка ядер кремния $^{28}\text{Si}^{14+}$ достигала $\sim 10^8$ частиц, в "бетатронном" режиме наблюдалась $\sim 5,0 \cdot 10^7$. Проведенный анализ ускоренного в синхрофазотроне пучка, при общем счете 10^8 частиц, показал наличие кремния $3 \pm 5\%$ и, в порядке убывания, - кислород, углерод, азот. Такой характер спектра может быть удовлетворительно объяснен конденсацией на мишени источника органических соединений, например, продуктов крекинга масла, между двумя последовательными циклами работы лазера.

Минимальные "ускорительные" потери $\frac{N_{\text{нач}}}{N_{\text{кон}}} = 10$, "вакуумные" же потери из-за перезарядки при ускорении кремния составляют $1/5 \cdot 10^4$. Тогда на выходе ЛУ-20 достаточно иметь $0,01 \pm 0,1\%$ примесных ионов, чтобы получить наблюдаемый спектр.

Использование обдирочной мишени после ПМ-1 существенно улучшило соотношение ядер в спектре $\sim 65\% \ ^{28}\text{Si}^{14+}$ и $\sim 35\% \ ^{14}\text{N}^{7+}$, однако общее количество ускоренных ядер в кольце синхрофазотрона сократилось по причине, указанной выше, до 5 ± 15 частиц в в цикле. Присутствие азота в заметном количестве объясняется тем, что для пятой зарядности $z/A \ ^{14}\text{N}^{5+} \equiv z/A \ ^{28}\text{Si}^{10+}$ и разделение ионов после ПМ-1 не происходит.

Идентификация ускоренных ядер, измерение интенсивности, а также контроль изотопного состава пучка проводились при помощи триггерной аппаратуры ГИБС $^{2/}$ и телескопа с четырьмя полупроводниковыми детекторами СЯО-2 $^{3/}$.

Второе ускорение кремния проходило в условиях работающей системы криооткачки в одном квадранте ускорителя. Обдирка ионов $^{28}\text{Si}^{10+}$ проходила после ПМ-1. Максимальный счет в конце ускорителя достигал 500 част./цикл., а соотношения ядер в спектре были таковы: $\sim 95\% \ ^{28}\text{Si}^{14+}$ и $5\% \ ^{14}\text{N}^{7+}$.

В ускоренном пучке ядер кремния проведено облучение фотоэмульсий и кристаллов.

Если принять среднюю интенсивность в конце ускорения $200 \div 300$ ядер/имп., число ядер в "бетатронном" режиме $2 \cdot 10^7$, и "ускорительные" потери на уровне $\sim 10^2$ из-за невозможности использования разгруппирователя, то "вакуумные" потери уменьшатся до уровня $\sim 10^3$, т.е. наличие криооткачки даже в одном квадранте уменьшает потери при ускорении кремния в $20 \div 40$ раз.

Ускорение ядер проводилось для калибровки спектрометра ядерной отдачи по программе поиска аномалонов.

В качестве мишени ЛИ использовался нитрид бора BN. Это позволяло перестраивать ускоритель на ускорение ядер бора или азота или тех и других одновременно. В случае бора на ЛУ-20 ускорялся $10B^{4+}$ с обдиркой после ПМ-1. Поскольку в эксперименте не требовалась максимальная интенсивность, а отведенное время было крайне ограниченным, исследования и тщательная настройка ЛУ-20 и синхрофазотрона не проводились. Достигнутая интенсивность в конце ускорения оценивается $\sim 10^6$ ядер в импульсе, хотя получение ускоренных ядер бора на уровне $\sim 10^9$ не представляется сложным.

В табл.3 приводятся сведения об интенсивности пучков вновь полученных ядер в импульсе.

Таблица 3

Вид ядер	$N_{\text{ЛУ}}$	N_{β}	$N_{\text{К}}$	$\bar{N}_{\text{К}}$	Примечание
$12C^{6+}$	$1,5 \cdot 10^{10}$	$(6-7) \cdot 10^9$	$5,0 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^8$	
$16O^{8+}$	$3,0 \cdot 10^9$	$1,5 \cdot 10^9$	$4,0 \cdot 10^7$	$(1-2) \cdot 10^7$	
$19F^{9+}$	$2,5 \cdot 10^9$	$1,4 \cdot 10^9$	$(5-7) \cdot 10^6$		*
$28Si^{14+}$	$1,0 \cdot 10^8$	$5,0 \cdot 10^7$	10^3 $5 \cdot 10^2$		* 3-5% $28Si^{14+}$ * 95% $28Si^{14+}$
$10B^{5+}$			$\sim 10^6$		

* Работает криооткачка в одном квадранте кольца.

При работе с ЛИ на ЛУ-20 были проделаны следующие эксперименты:

- 1/ Измерение синхронной фазы ϕ_s при ускорении $19F^{7+}$ ($z/A=0,368$);
- 2/ Проверка возможности ускорения ионов с $z/A=1/3$;
- 3/ Измерение эффективности обдирки ионов F, Mo, Si на углеродной обдирочной мишени (~ 60 мкг/см²).

Величина синхронной фазы определялась при максимальном уровне ВЧ-поля в резонаторе, который позволяли получить генераторы "Родонит" /4/. Достигнутый уровень ограничивался пробоями лампы выходного каскада. Максимальная синхронная фаза оказалась $\phi_s=20^\circ$.

Для ускорения ионов с $z/A=1/3$ использовалась четвертая зарядность углерода $12C^{4+}$. При токе на входе в ЛУ-20 ~ 30 мА получен максимальный ток ускоренных ионов после ПМ-1 $\sim 0,5$ мА. Выходная мощность генераторов ~ 4 МВт ограничивалась пробоями в конечных каскадах.

Для измерений эффективности обдирки на ЛУ-20 были ускорены ионы $19F^{7+}$, $24Mg^{9+}$, $28Si^{10+}$. В каждом отдельном случае измерялось количество ионов после ПМ-1 с введенной обдирочной мишенью и без нее. При этом магнитное поле ПМ-1 изменялось соответственно.

Из предварительной обработки полученных экспериментальных данных следует, что при энергии 5 МэВ/нуклон доля ядер в процентах от падающего количества ионов на обдирочную мишень составляет: F $\sim 85\%$, Mg $\sim 45\%$, Si $\sim 25\%$.

3. ПРИМЕНЕНИЕ СЕНСОРНОЙ ПАНЕЛИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ МЕДЛЕННЫМ ВЫВОДОМ ПУЧКА ИЗ СИНХРОФАЗОТРОНА

В работе /5/ описана организация диалога оператор-ЭВМ в автоматизированной системе контроля и управления параметрами медленного вывода /МВ/ пучка из синхрофазотрона на базе ЭВМ ЕС-1010. Подключение к ЭВМ сенсорной панели KS-5209 (Kinetic Systems США) /6/ повысило эффективность работы диалоговой подсистемы.

KS-5209 представляет собой черно-белый телевизионный монитор, экран которого имеет 16 чувствительных к касанию зон /ТВ1 \div ТВ16/, размещенных в виде матрицы 4x4. Назначения ТВ меняются обслуживающей панелью программой в процессе работы, их текущие версии высвечиваются на экране монитора в виде транспарантов. На лицевой части панели размещены 7 кнопок /PB1 \div PB7/, каждая из которых имеет постоянное назначение. Устройство установлено на пульте управления медленным выводом и подключено к ЭВМ с помощью интерфейса-модуля КАМАК KS-3235 /6/.

В настоящее время сенсорная панель используется для просмотра и оперативной модификации рабочих констант, используемых программами обслуживания МВ и характеризующих различные режимы вывода пучка /номинальные значения параметров элементов МВ, их допустимые пределы изменения, число и период измерений контролируемых величин и т.д./ . Активизация диалоговой подпрограммы (DIAL) осуществляется нажатием PB1. В ответ на эту операцию DIAL представляет на экране первую страницу информации, содержащую 12 наименований режимов медленного вывода, выведенных в соответствии с расположением ТВ1 \div ТВ12. Касание любой из этих зон вызывает актуализацию закрепленного за ней режима

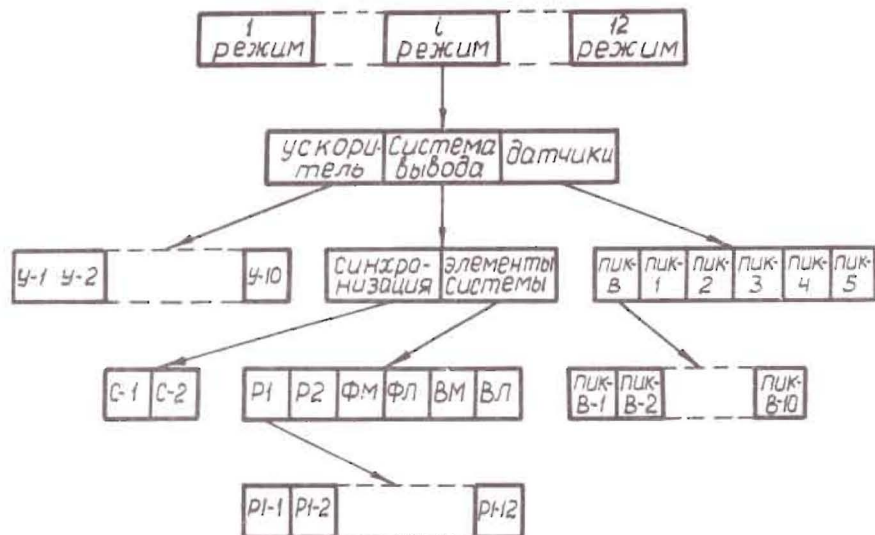


Рис. 2

и появление на экране панели следующей страницы данных. Если необходимы просмотр и/или модификация рабочих параметров выбранного режима, оператор действует в соответствии со схемой, приведенной на рис. 2 /группы обозначений на схеме, заключенные в общие рамки, представляют собой отдельные страницы данных/, в противном случае производится выход из диалога нажатием РВ2. Возврат к предыдущей странице осуществляется по нажатию РВ3.

Для удобства доступа данные, характеризующие каждый режим МВ, разделены на группы в соответствии с их функциональной принадлежностью. В первую группу входят параметры ускорителя /У-1 ÷ У-10/, определяющие режим вывода: величина индукции главного магнитного поля, частота ускоряющего напряжения, интенсивность циркулирующего пучка; пределы их допустимых значений, моменты измерений. Вторую группу составляют рабочие константы, относящиеся к шести основным элементам МВ /резонансные обмотки Р1 и Р2, магниты и линзы внутренней транспортировки пучка ФМ, ФЛ, ВМ, ВЛ/, и параметры синхронизации работы ЭВМ с циклом ускорителя /С-1 и С-2/. К третьей группе относятся данные, используемые при измерении пространственных характеристик пучка в канале транспортировки с помощью многопроволочных камер ПИК-В ÷ ПИК-5. На конечных этапах доступа высвечиваются как наименования рабочих констант, так и их актуальные значения. Модификация производится с пультового терминала /алфавитно-цифрового дисплея/ после касания зоны, соответствующей выбранному параметру. Количество рабочих констант одного режима равно 144, общее число параметр-

ров, доступных оператору на настоящем этапе развития системы контроля и управления, составляет 1728.

4. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Высокоточные геодезические измерения, проведенные на электромагните синхрофазотрона и колоннах здания ускорителя, по методике^{7,8/}, с целью контроля положения магнитной медианной поверхности синхрофазотрона^{9/} в 1984 году, представлены в табл. 4 и 5.

Результаты 6 циклов геодезических измерений, полученных на кусте реперов в период с апреля по декабрь 1984 г., представлены в табл. 6.

Таблица 4

Результаты текущих и абсолютных осадков на колоннах здания ускорителя

№ цикла	Дата провед.	№ квадр.	№ зоны	R внутрен.		R наруж.		Средняя квадратичная погрешность измерения
				Стен	Сабс	Стен	Сабс	
мм								
XXVIII	Май 14-25	I	I	0,00	0,00	+0,08	-	
			2	-0,01	-0,05	+0,26	-0,17	
			3	+0,30	+0,20	+0,12	+0,34	
			4	+0,25	+0,27	-0,01	+0,26	
			5	+0,21	+0,02	+0,01	+0,53	
		II	I	+0,30	+0,42	-0,32	-0,49	+0,02
			2	+0,22	+0,27	-0,33	-1,08	
			3	-0,01	-	-0,47	-0,093	
			4	+0,25	+0,20	-0,52	-0,56	
		III	I	-0,19	+0,98	-0,25	-1,64	
			2	+0,04	+0,97	-0,23	-2,59	
			3	-0,14	+0,30	-0,24	-2,82	
			4	-0,20	-0,37	-0,25	-1,96	
			5	-0,21	-0,89	-0,35	-1,73	
		IV	I	-0,24	-0,77	+0,04	-1,35	
			2	-0,22	-0,79	-0,09	-1,14	
			3	-0,05	-0,50	-0,11	-1,30	
			4	+0,06	-0,01	+0,04	-1,32	

Таблица 5

Результаты текущих и абсолютных осадок шкалок
на стойках электромагнита синхροфазотрона

№ цикла	Дата провед.	№ кв.др.	№ зоны	R внутр		R наружн.		Средняя квадрат. погрешн. измерений
				S тек	S абс	S тек	S абс	
мм								
I	2	3	4	5	6	7	8	9
XXVIII	Май 14-25	I	I	+0,26	-0,80	-0,54	+0,29	+0,08
			2	+0,45	-2,00	+0,18	-0,58	
			3	+0,45	-1,70	+0,20	-0,68	
			4	+0,48	-1,40	-0,10	-0,55	
			5	-0,04	-1,50	+0,18	-0,52	
		II	I	-0,36	-0,84	-0,68	-0,43	
			2	-0,57	-1,76	-0,55	-1,42	
			3	-0,22	-1,42	-0,25	-1,35	
			4	-0,47	-0,77	-0,52	-1,02	
		III	I	+0,06	-0,36	-0,36	-0,38	
			2	-0,12	-1,86	-0,10	-2,10	
			3	-0,22	-2,15	-0,20	-2,20	
			4	-0,12	-2,29	-0,18	-1,85	
			5	-0,11	-1,74	-0,33	-1,88	
		IV	I	-0,58	-2,15	+0,32	-1,42	
			2	-0,33	-2,48	+0,02	-1,41	
			3	-0,20	-2,80	+0,17	-1,70	
			4	-0,16	-1,58	+0,08	-1,82	

Таблица 6

Результаты измерений на кусте реперов

№ цикла	Дата провед.	№ репера	S тек	S абс	Средняя квадратичн. погрешности измерений
			мм		
II4	апрель	I	-0,01	-0,15	± 0,008
		2	-0,01	-0,05	
		3	-0,04	-0,01	
		4	+0,07	+0,07	
II5	май	I	+0,11	-0,05	± 0,008
		2	+0,05	0,00	
		3	-0,13	-0,14	
		4	-0,04	+0,03	
II6	июнь	I	-0,15	-0,19	± 0,004
		2	-0,09	-0,09	
		3	+0,18	+0,04	
		4	+0,05	+0,08	
II7	июль	I	-0,01	-0,20	± 0,004
		2	+0,08	-0,01	
		3	-0,10	-0,06	
		4	+0,06	+0,14	
II8	август	I	+0,04	-0,16	± 0,006
		2	+0,00	-0,01	
		3	-0,02	-0,08	
		4	-0,05	+0,09	
II9	сентябрь	I	-0,03	-0,19	± 0,005
		2	-0,02	-0,03	
		3	+0,09	-0,01	
		4	-0,04	+0,05	
I20	октябрь 1964	I	+0,03	-0,16	± 0,011
		2	0,0	-0,03	
		3	+0,01	+0,02	
		4	-0,01	+0,04	

Таблица 6 /продолжение/

I	2	3	4	5	6
I21	ноябрь 1984	1	+0,03	-0,13	±0,005
		2	+0,04	+0,01	
		3	-0,01	+0,01	
		4	-0,09	-0,05	
I22	декабрь 1984	1	-0,02	-0,15	±0,002
		2	-0,02	-0,01	
		3	0,0	+0,01	
		4	+0,06	+0,01	

ЛИТЕРАТУРА

1. Безногих Ю.Д. и др. ОИЯИ, 9-9592, Дубна, 1976.
2. Аникина М.Х. и др. ОИЯИ, 13-90-30, Дубна, 1975.
3. Абашидзе Л.И. и др. ОИЯИ 1-83-185, Дубна, 1983.
4. Попов В.А., ОИЯИ, 9-11835, Дубна, 1978.
5. Волков В.И. и др. ОИЯИ, 10-30-170, Дубна, 1980.
6. Каталог фирмы Kinetic Systems /США/, 1978-1979.
7. Безногих Ю.Д. и др. ОИЯИ, 51-9-8374, Дубна, 1974.
8. Безногих Ю.Д. и др. ОИЯИ, 51-9-8775, Дубна, 1975.
9. Комаровский А.Н. Строительные конструкции ускорителей. "Высшая школа", М., 1961.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 июля 1985 года

Баландиков А.Н. и др.
Синхрофазотрон ОИЯИ.
Работа и совершенствование /июль-декабрь 1984 г./

9-85-511

Приводятся сведения о работе синхрофазотрона ОИЯИ во втором полугодии 1984 года и его параметрах в 1984 г. Дальнейшее развитие получил лазерный источник /ЛИ/. Впервые на синхрофазотроне были ускорены ядра бора, фтора, кремния: $^{10}\text{B}^{5+}$, $^{19}\text{F}^{9+}$, $^{28}\text{Si}^{14+}$. Введение защиты объектива камеры ЛИ пленкой позволило получить устойчивую работу источника при использовании в качестве мишени разобобразных материалов. Конструктивное усовершенствование узлов ЛИ позволит оперативно проводить переход на дуоплазмотрон. В систему управления медленным вывардом пучка введена сенсорная панель для просмотра и оперативного изменения констант различных режимов вывода. Геодезические измерения характеризуют поведение реперных точек, колонн здания ускорителя и электромагнита.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод авторов

Balandikov A.N. et al.
Dubna Synchrophasotron.
Operation and Improvement /July-December, 1984/

9-85-511

Information is presented on the operation of the Dubna synchrophasotron in the second half year, 1984 and its parameters within 1984. A laser source (LS) has been developed. First $^{10}\text{B}^{5+}$, $^{19}\text{F}^{9+}$ and $^{28}\text{Si}^{14+}$ nuclei have been accelerated at the synchrophasotron. The shield of an objective of the LS chamber with a film made it possible to provide a stable operation of the source using different materials as a target. A constructive improvement of the LS units allowed one to transit to a duoplasmatron promptly. In order to scan and to change fastly constants of different ejection modes, a sensor panel is used in the control beam slow extraction system. The behaviour of bench marks, columns of the accelerator building and the electromagnet is determined by geodetic measurements.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985