

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

4595/2-81

7/9-81

9-81-382

Ю.Д.Безногих, В.П.Вадеев, М.Ф.Васильев,
М.А.Воеводин, В.П.Заболотин, Л.П.Зиновьев,
А.С.Исаев, И.И.Карпов, И.И.Куликов,
Л.Г.Макаров, В.А.Мончинский, В.Н.Перфеев,
И.Н.Семенюшкин, С.В.Федуков, В.И.Черников,
Д.И.Шерстянов, И.Н.Яловой

СИНХРОФАЗОТРОН ОИЯИ
РАБОТА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
(IV квартал 1980 г.)

1981

1. РАБОТА УСКОРИТЕЛЯ И НАУЧНАЯ ПРОГРАММА

В IV квартале 1980 г. было запланировано 1312 ч работы ускорителя. Из них на экспериментальные физические исследования и совершенствование ускорителя затрачено 1195 ч /91,1%, в том числе на эксперименты - 1107 ч /84,4%, на совершенствование - 88 ч /6,7%. Технологическая подготовка заняла 79 ч /6,0%, потери времени по причине простоев составили 36 ч /2,7% и прочие затраты - 2 ч /0,2%.

На дейтронах ускоритель работал 136 ч, на α -частицах - 616 ч и ядрах углерода - 504 ч.

Интенсивность ускоренных ядер:

	\bar{N}_k	N_{kmax}
d	$2,1 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^{11}$
α	$3,1 \cdot 10^{10}$	$4,7 \cdot 10^{10}$
C	$2;0 \cdot 10^6$	$4,0 \cdot 10^6$

Среднее значение вакуума в камере ускорителя:

$$\bar{P} = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ Торр.}$$

Коэффициент использования ускорителя для физических экспериментов $K = 1,7$.

В 1980 г. было запланировано 4000 ч работы синхрофазотрона. На физические исследования и совершенствование ускорителя затрачено 3498 ч /87,4%, в том числе на экспериментальную физику - 3190 ч /79,8%, на совершенствование - 308 ч /7,7%. Технологическая подготовка заняла 247 ч /6,2%. Потерянное время по причине простоев - 248 ч /6,2% и прочие потери - 7 ч /0,2%.

Интенсивность ускоряемых ядер в импульсе и длительность работы в 1980 г.:

	$T_{ч}$	\bar{N}_k	N_{kmax}
P	1002	$4,2 \cdot 10^{11}$	$1,0 \cdot 10^{12}$
d	1137	$1,5 \cdot 10^{11}$	$4,0 \cdot 10^{11}$
α	845	$2,4 \cdot 10^{10}$	$4,7 \cdot 10^{10}$
C	878	$1,5 \cdot 10^6$	$4,0 \cdot 10^6$

За четвертый квартал на синхрофазотроне выполнены исследования по изучению $\alpha \rightarrow t$ фрагментации и реакции ${}^4\text{He}_2 + {}^9\text{Be}_4 \Rightarrow \Rightarrow X + {}^9\text{Be}_4$. Проведены эксперименты на ядрах гелия и углерода по поиску множественного испускания запаздывающих нейтронов из Pb и Sn, измерены нейтронные выходы при взаимодействии ядер углерода разных энергий со свинцовой мишенью. Продолжен набор

экспериментального материала на 1-метровой жидководородной пузырьковой камере в пучке ${}^3\text{He}_2$.

Выполнена наладка аппаратуры спектрометра ядер отдачи и спектрометра Лаборатории вычислительной техники и автоматизации. На выведенных пучках ядер проведены запланированные радиобиологические исследования.

2. НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЯ НЕОДНОРОДНОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СИНХРОФАЗОТРОНА

Показатель неоднородности магнитного поля ускорителя измерялся при помощи многоканальной автоматизированной измерительной системы, работающей на линии с ЭВМ ЕС-1010^{1/1}. В общей сложности было измерено ~16 тысяч значений n . Измерения проводились в четырех квадрантах на десяти рабочих радиусах ускорителя / $R_0 \pm 54$ см с шагом 12 см / при восьми значениях магнитной индукции: $B = 0,023; 0,06; 0,15; 0,3; 0,5; 0,75; 1,0; 1,2$ Т. Точность относительных измерений n была не хуже 1%, повторяемость результатов измерений ~0,2%. Величина погрешности в основном определялась степенью компенсации дипольной составляющей магнитного поля. Абсолютная величина n измерялась с точностью 1,5%.

В результате измерений и последующей обработки результатов с учетом остаточного магнитного поля ($B_{\text{ост}}$) были определены следующие характеристики показателя неоднородности магнитного поля ускорителя:

1/ усредненное значение \bar{n} по четырем квадрантам на десяти радиусах ускорителя при восьми значениях магнитной индукции /табл. 1/ $\bar{n} = n_0 \cdot 1,18$;

2/ величины азимутальных гармоник n и их начальный фазовый сдвиг;

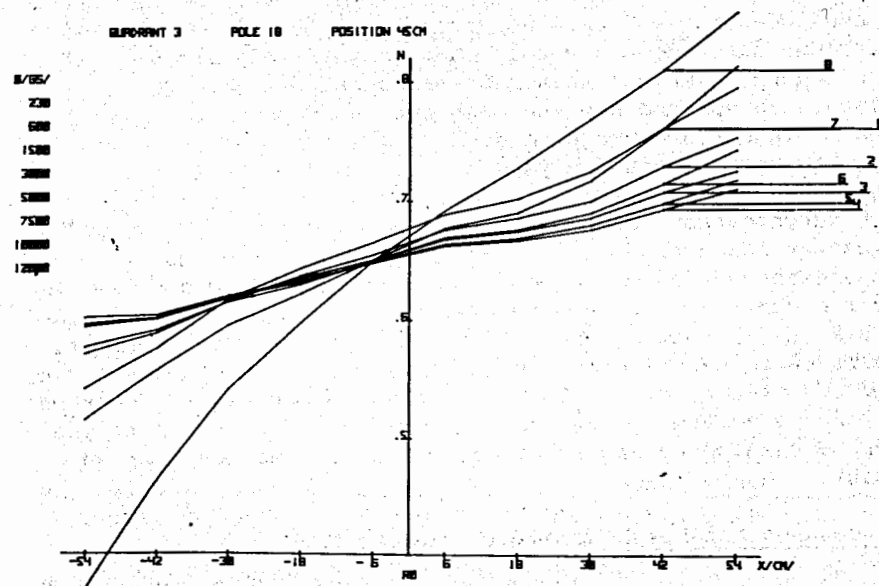
3/ величины азимутальных гармоник первых трех производных $\frac{\partial^k n}{\partial \theta^k}$ ($k=1,2,3$) и их начальный фазовый сдвиг;

4/ проведены исследования величины n в промежутке между двумя соседними полюсами. Показано, что величина n увеличивается на стыке между полюсами /увеличение достигает 13%/ и уменьшается с ростом магнитной индукции ускорителя. Этот эффект приводит к "размытию" характера зависимости $n=f(r)$ при различных величинах индукции, что, в свою очередь, ведет к изменению рабочего значения n в процессе ускорения на величину $\Delta n \approx 0,02$ /рисунок/. Величина $B_{\text{ост}}$ учтена в диапазоне $0,023 \pm 0,5$ Т $I_{\text{разм.}} = 300$ А /ток в цикле размагничивания/;

Таблица 1

Среднее по 4 квадрантам значение n

Индукция (Т) \ Радиус	0,023	0,06	0,15	0,3	0,5	0,75	1,0	1,2
$R_0 - 54$ см	0.649	.614	.615	.617	.607	0.584	.521	.337
$R_0 - 42$ см	.647	.627	.622	.617	.612	.599	.564	.464
$R_0 - 30$ см	.674	.646	.637	.636	.633	.625	.604	.545
$R_0 - 18$ см	.675	.662	.655	.650	.646	.642	.633	.607
$R_0 - 6$ см	.666	.661	.661	.662	.660	.658	.657	.654
$R_0 + 6$ см	.657	.670	.670	.667	.668	.673	.679	.693
$R_0 + 18$ см	.654	.671	.675	.673	.673	.681	.693	.732
$R_0 + 30$ см	.643	.671	.678	.677	.680	.689	.716	.777
$R_0 + 42$ см	.642	.689	.697	.690	.696	.715	.760	.819
$R_0 + 54$ см	.645	.690	.699	.693	.704	.732	.802	.823



Представление зависимости $n=f(r)$ при помощи графопостроителя для восьми значений магнитной индукции на одном из полюсов электромагнита с учетом эффекта увеличения n на стыке между полюсами.

5/ исследован эффект воздействия корректирующих обмоток РЗМИ и резонансных обмоток вывода пучка РОМ-1 и РОМ-2 на характер изменения $n = f(r)$ ^{2/};

6/ исследовано влияние, на примере первого квадранта, собранных, но не запитанных обмоток РОМ-1 и РОМ-2 на характер зависимости $n = f(r)$. Установлено, что собранные в контур обмотки РОМ-1 и РОМ-2 искажают n при индукции инжекции на величину $\sim 0,0079$. При этом характер искажения n имеет сложный вид;

7/ не обнаружено локальных искажений n более чем на 0,015, за исключением мест расположения сигнальных электродов системы "Орбита" ^{3/}.

Результаты обработки измерений будут использованы для оценки ширины резонансов, расположенных вблизи рабочего значения n ускорителя.

Данные измерений n записаны на магнитную ленту, а результаты обработки - на магнитную ленту и листинги АЦПУ.

3. "КРИОН-1"

В период с августа по ноябрь 1980 г. "Крион-1" был использован в качестве источника ядер углерода в двух сеансах работы синхрофазотрона. Новый модулятор электронной пушки МЭП-4 обеспечил более мощный управляющий импульс, а схема импульсного подогрева катода позволила несколько снизить температуру катода, что привело к увеличению его надежности. Была увеличена плотность электронного пучка в электронной пушке, для этого диаметр катода был уменьшен до 0,8 мм, ранее использовался катод диаметром 1,0 мм.

В августовском сеансе было обнаружено ухудшение вакуума и возникновение пробоев в электронной оптике. Замена элементов электронной оптики и проводников для подачи напряжения на жгуты с большей теплопроводностью позволила ликвидировать разогрев электронной оптики токами утечки и ухудшение вакуума. В дальнейшем работа источника проходила с высокой надежностью.

В октябрьском сеансе был использован режим вывода ионов из ловушки на заднем фронте электронного импульса. Это дало увеличение суммарного заряда ионов, выводимого из ловушки, на 20÷30%.

Основные параметры источника "Крион-1"

август 1980 октябрь 1980

1. Ток электронного пучка I_0 , мА	60	65÷75
2. Плотность тока ионизирующих электронов g А/см ²	75	80÷95

3. Энергия ионизирующих электронов E_0 , кэВ	10	10
4. Время ионизации τ , мс	180	180
5. Ионный заряд на выходе источника Q эл.зар./имп.	$5 \cdot 10^9$	$7,6 \div 8 \cdot 10^9$
6. Интенсивность пучка ядер углерода после ускорения в ЛУ-20 N ядер/имп.	$1,2 \cdot 10^8$	$1,5 \div 2,0 \cdot 10^8$

4. РАБОТА ДУОПЛАЗМОТРОНА ФОРИНЖЕКТОРА ЛУ-20 НА ГЕЛИИ

При ускорении α -частиц в качестве рабочего газа в источнике использована смесь гелия и водорода в соотношении 100:1. Этой концентрации водорода оказалось вполне достаточно для восстановления оксидного слоя катода в процессе работы. Срок службы катода значительно увеличился. Кроме того, наличие водорода позволило получить предельное по величине напряжение дуги на разрядном промежутке при стабильном поджиге. Это значительно увеличило выход He^{+2} из источника. В указанном режиме ток ускоренного пучка α -частиц на выходе ЛУ-20 был увеличен в 3 раза и стабильно имел величину $I = 1,2$ мА/имп. В конце цикла ускорения максимальная интенсивность пучка α -частиц достигала $N_{max} = 4,5 \cdot 10^{10}$ 1 /имп.

5. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЗА IV КВАРТАЛ 1980 г.

Было проведено 2 цикла измерений по кусту реперов. Результаты измерений приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ цикла	Дата проведения цикла	№ репера	S_{max}	$S_{abs.}$	Средняя квадрат. погрешн. измер. мм
			мм	мм	
73	28.11.80	1	+0,10	+0,08	±0,010
		2	+0,10	+0,01	
		3	+0,13	+0,03	
		4	-0,06	-0,02	
74	23.12.80	1	-0,02	-0,10	±0,015
		2	-0,04	-0,03	
		3	-0,03	0,00	
		4	+0,01	-0,01	

ЛИТЕРАТУРА

1. Воеводин М.А. и др. ОИЯИ, Р9-80-578, Дубна, 1980.
2. Василишин Б.В. и др. ОИЯИ, Р9-6973, Дубна, 1973.
3. Конский Г.Н., Царенков А.П., Штырляев В.А. ОИЯИ, 9-5419, Дубна, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
8 июня 1981 года.