

СЗ45е

В-63

Воеводиц М.А. и др.

5156/77

БЗ-9-11063.



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

БЗ-9-11063

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1977

ОБЪЕДИНЁННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

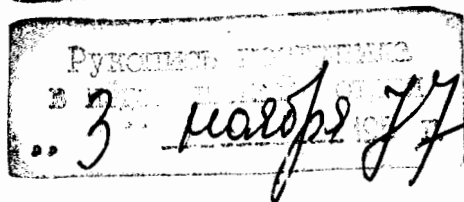
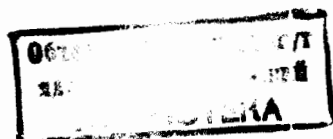
М. А. Воеводин, В. П. Заболотин, Л. П. Зиновьев, А. С. Исаев, И. Б. Иссинский,
И. И. Карпов, Н. А. Коруков, Л. Г. Макаров, В. Н. Перфеев, Ю. И. Романов,
Ш. З. Сайфулин, И. Н. Семенюшкин, Ю. В. Смирнов, Д. И. Шерстянов,
И. Н. Яловой, С. В. Федуков, В. И. Черников.

БЗ-9-11063

СИНХРОФАЗОТРОН ОИЯИ

РАБОТА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

(II квартал 1977 г.).



Дубна, 1977 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. Введение.....	2
2. Магнитные измерения.....	2
3. Геодезия.....	12
4. Вывод пучков.....	13.

1. Введение.

14 мая 1977 г., во время запуска ускорителя, в результате засорения песком приёмных резервуаров насосной станции "Водозабор" на р. Дубна, водоводов и воздухоохлаждателей главных агрегатов, была аварийно остановлена насосная станция и синхрофазотрон. Попадание песка в приёмные системы водозабора явилось следствием технологических нарушений при разгрузке на временном причале, расположенном выше водозабора, песка СМУ-5 и организациями, подчинёнными СМУ-5. В результате этого синхрофазотрон простоял до начала июля.

В конце апреля и начале мая были проведены магнитные измерения на втором квадранте электромагнита (ЭМ) ускорителя и начальном участке канала медленного вывода (МВ). Получило подтверждение ранее высказанное предположение о влиянии на характеристики магнитного поля ускорителя медных шин резонансных обмоток МВ и рельс, расположенных в рабочей области.

На канале МВ проведены механические работы на основании требований по транспортировке пучка в к. 205.

На канале быстрого вывода (БВ) начаты работы по увеличению эффективности вывода при работе на ядрах.

Продолжались периодически ведущиеся геодезические наблюдения за поведением ЭМ синхрофазотрона.

На фундаменте ЭМ установлены первые 10 датчиков новой гидро-статической системы с высокой степенью автоматизации нивелирования.

2. Магнитные измерения.

В результате магнитных измерений, выполненных в октябре 1975 г., было высказано предположение о том, что большие искажения показателя магнитного поля n , появляющиеся при увеличении скорости изменения индукции ($\dot{B} = 16.0$ кГс/с), вызваны вихревыми токами, развивающимися в медных шинах резонансных обмоток МВ /1/. Сечение шин - 25×5 мм² ($\Delta R \times \Delta Z$). Для проверки этого предположения нужно

было бы провести магнитные измерения на одном или нескольких полюсах ЭМ I или II квадранта, предварительно удалив с полюсов шины. Демонтирование шин - работа большой трудоёмкости, поэтому был выбран иной путь. В мае 1976 г. были выполнены измерения на одном из полюсов III квадранта. Этот квадрант не имеет шин сечением $25 \times 5 \text{ мм}^2$ (отсутствуют и искажения в кривых показателя поля n), и перед измерениями такие шины были уложены временно. Измерения позволили выяснить характер поведения показателя поля n в условиях нормальной и учетверённой скорости изменения индукции без медных шин и в их присутствии. Стало возможным подтвердить высказанное ранее предположение и сделать вывод, что искажения, появляющиеся в кривой $n = \varphi(\Delta R)$, вызваны вихревыми токами в шинах обмотки МВ. При этом связь искажений и площади проводников, находящихся в горизонтальной плоскости, была линейна: установка шин на полюс меньшей по площади стороной (поворот на 90°) вызывал резкое уменьшение искажений /2/.

В соответствии с приведёнными результатами в апреле 1977 г. во II квадранте ЭМ, на радиусе $R_0 \pm 100 \text{ мм}$ были смонтированы шины резонансной обмотки МВ сечением $\Delta R \times \Delta Z = 6 \times 10 \text{ мм}^2$ (вместо шин - $25 \times 5 \text{ мм}^2$) и проведены магнитные измерения. двумя способами.

А) Классический способ - при помощи двух катушек, усредняющих магнитные поля по всей длине полюса в азимутальном направлении /3/.

Б) С помощью гармонической катушки, чувствительной только к первой производной магнитной индукции плоского поля, и электронной аппаратуры /2/.

В случае измерений классическим способом была обмерена область камеры в пределах радиусов $R_0 \pm 65 \text{ см}$ с шагом 5 см. На представленных кривых показателя магнитного поля (Рис. 1, 2, 3.) сразу виден эффект замены шин. На рис. 3 приведён результат измерений, выполненных в плоскости, отличной от медианной.

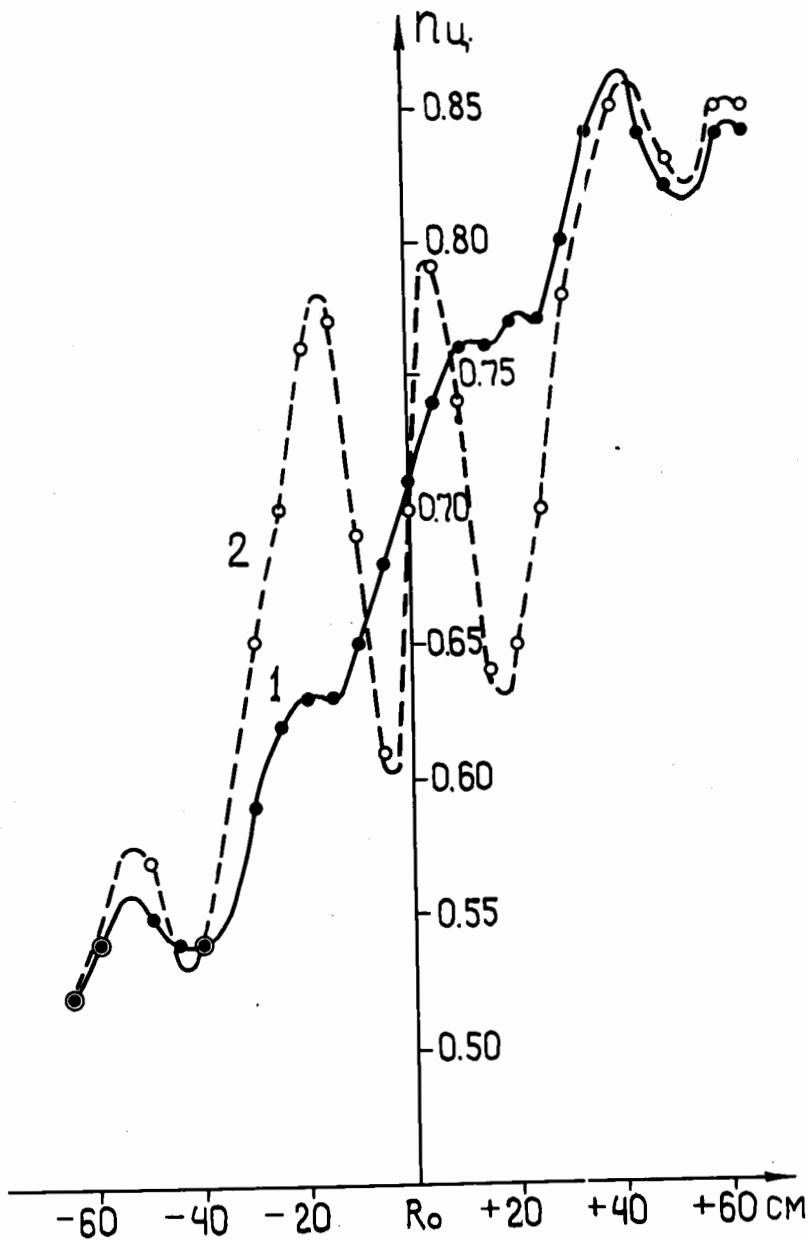


Рис. I. Приводятся зависимости показателя поля

$$n = \varphi(\Delta R),$$

снятые на индукции $B = 160$ Гс при скорости изменения индукции $\dot{B} = 16.0$ кГс/с. II квадрант, полюс I2, плоскость Z_0 (медианная).

I - сечение шин 6×10 мм²

2 - сечение шин 25×5 мм².

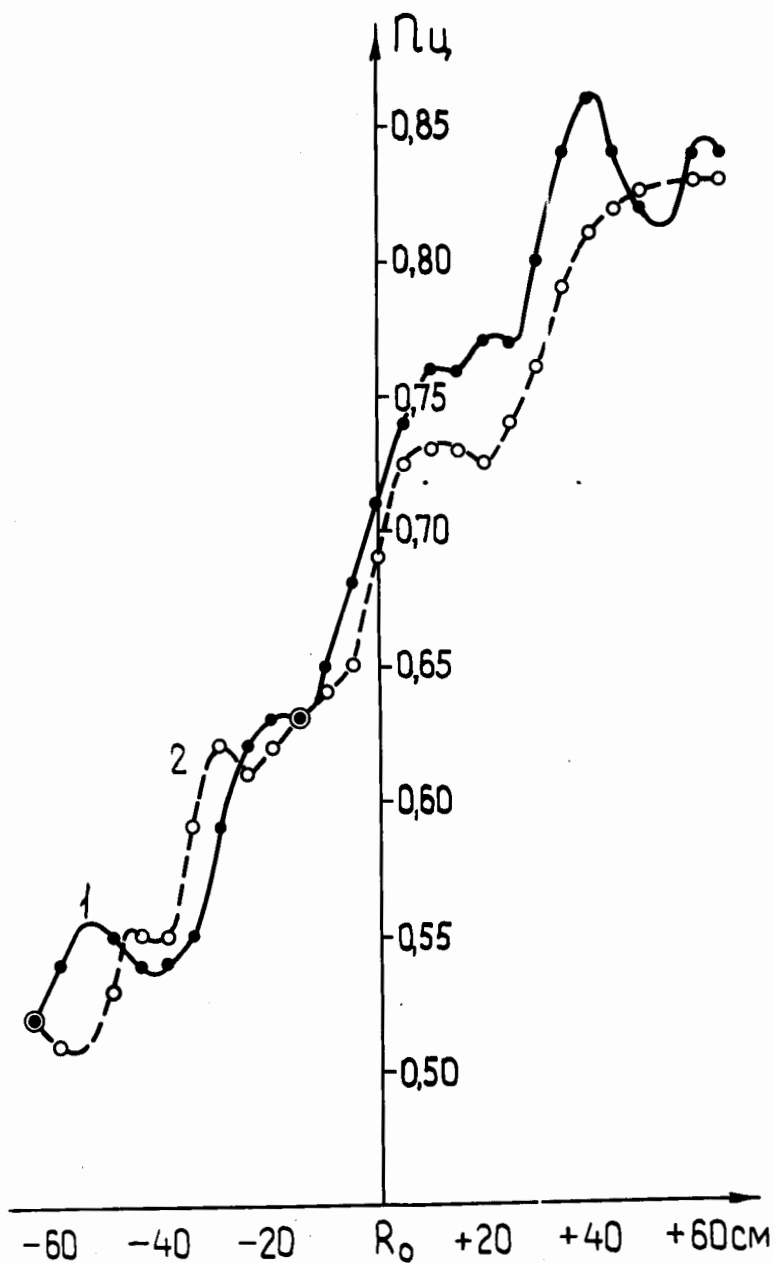


Рис. 2. Зависимость показателя поля

$$n_c = \varphi(\Delta R),$$

полученная при двух скоростях изменения индукции.

Квадрант II, полюс I2, плоскость медианная, индукция $B = 160$ Гс.

Сечение шин 6×10 мм², шины расположены на $R_0 \pm 100$ мм.

$$1 - \dot{B} = 16.0 \text{ кГс/с}$$

$$2 - \dot{B} = 4.0 \text{ кГс/с.}$$

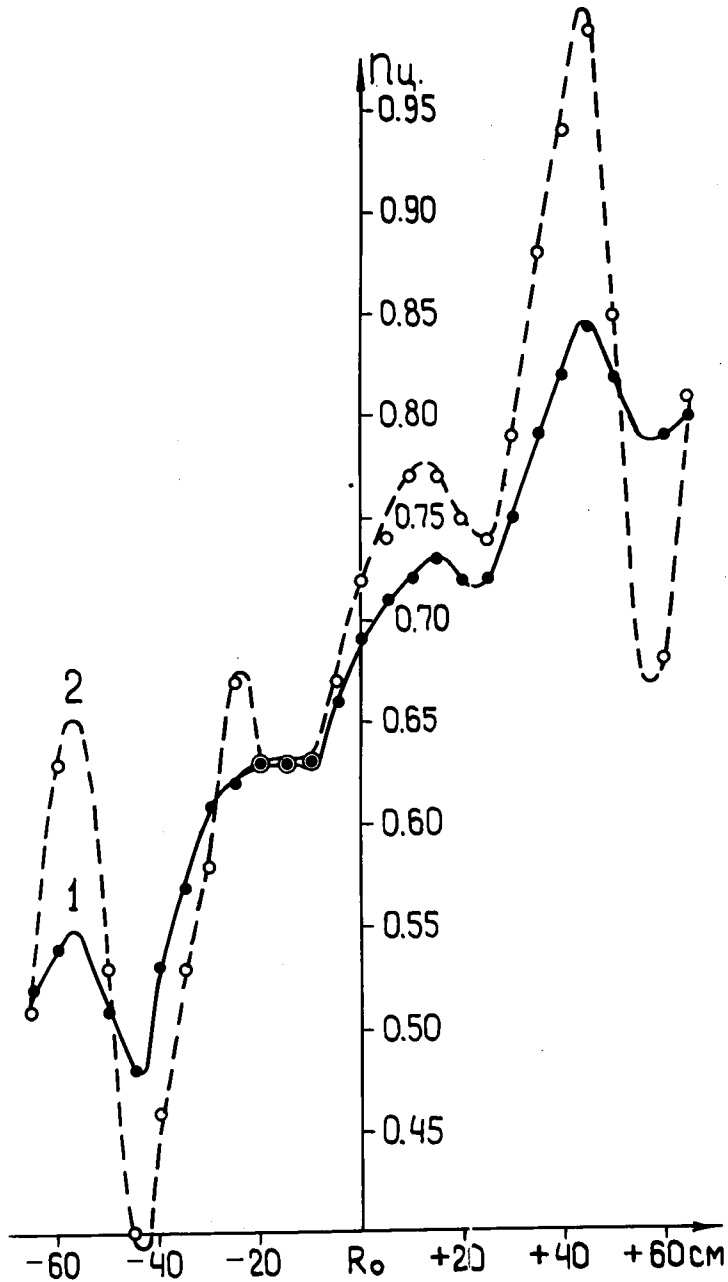


Рис. 3. Зависимость показателя поля

$$n = \varphi(\Delta R),$$

полученная при тех же условиях, что и на рис.2, за исключением плоскости измерений, она отлична от медленной и равна -

$$\Sigma_0 - 80 \text{ мм.}$$

$$1 - \dot{V} = 4.0 \text{ кгс/с}$$

$$2 - \dot{V} = 16.0 \text{ кгс/с.}$$

В случае измерений при помощи гармонической катушки датчик располагался в медленной плоскости. Измерения проводились в 30 точках с шагом 5 см, в области радиусов $R_0 \pm 75$ см и при скорости изменения индукции $\dot{B} = 16.0$ кГс/с, соответствующей форо-сированному режиму работ./Рис.4,5/.

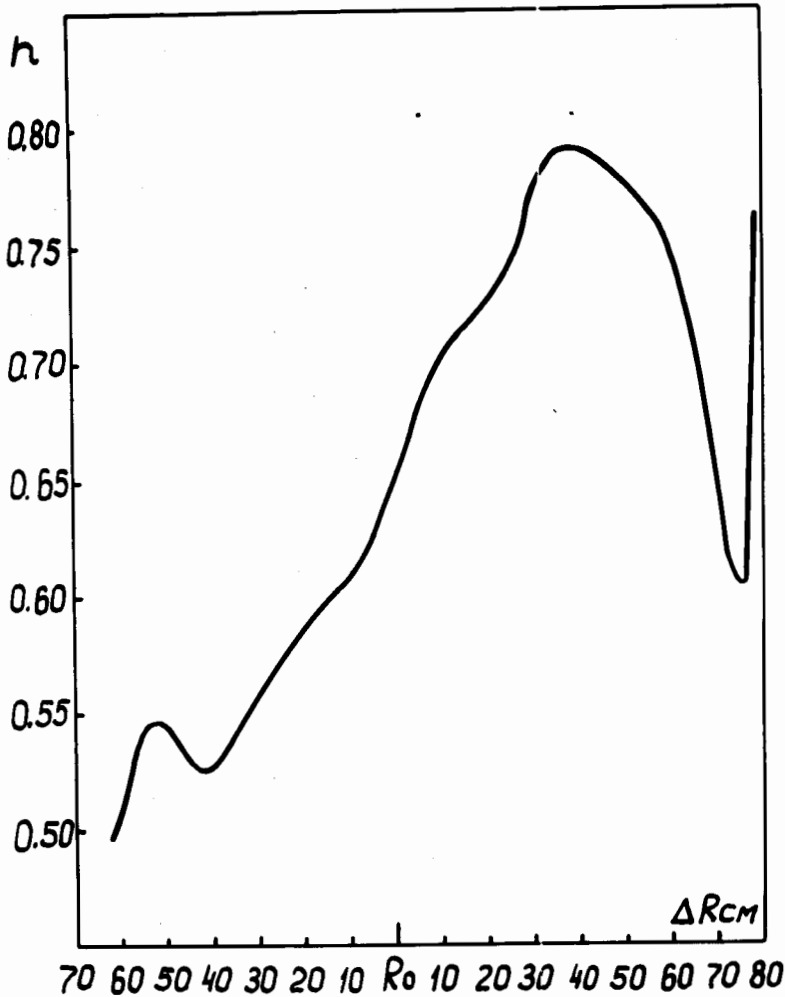


Рис.4. Зависимость $n = \varphi(\Delta R)$

Полоса 6, квадрант II, $B = 230$ Гс, $\dot{B} = 16.0$ кГс/с, плоскость измерений - медленная, шины сечением 6×10 мм² расположены на радиусе $R_0 \pm 100$ мм.

При измерениях на полосе I3 этого же квадранта (Рис.5) была получена зависимость показателя поля n от радиуса, которая по характеру была такой же, как и на полосе 6. Для определения влияния

широких шин, на нижний полюс в районе R_0 была уложена на время измерений широкая медная шина сечением $25 \times 5 \text{ мм}^2$ (рис. 5, кривая 2).

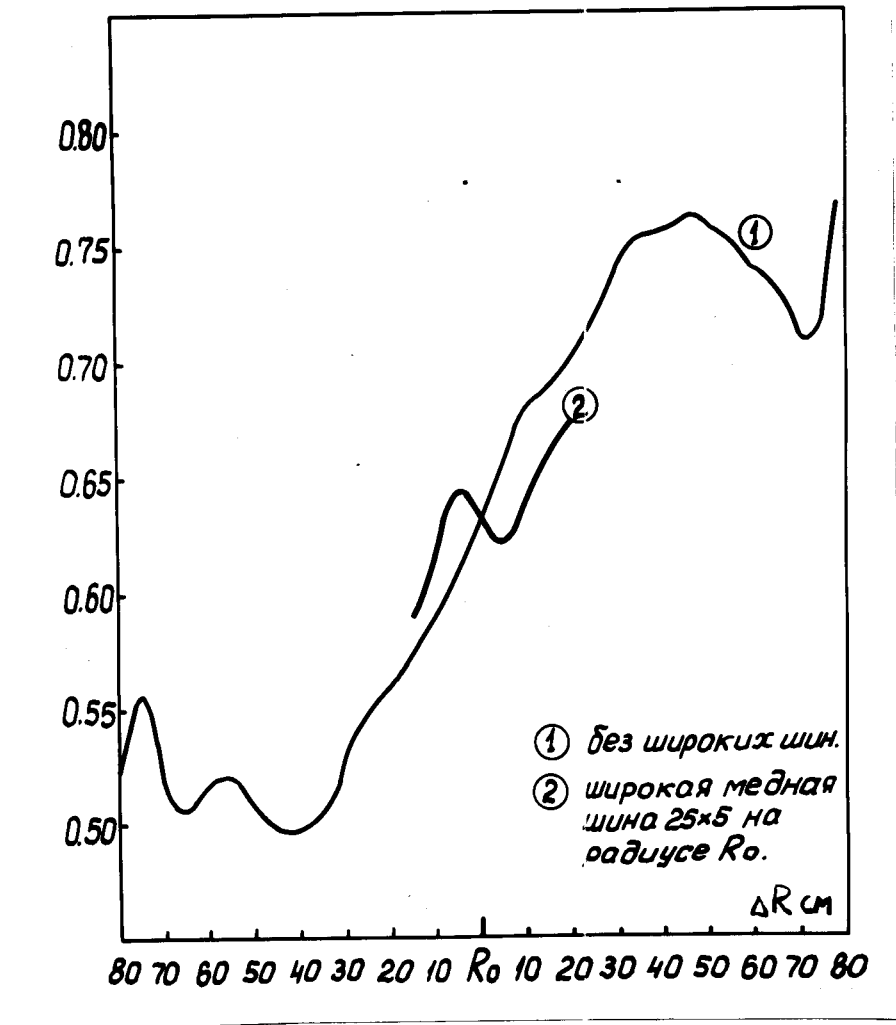


Рис. 5. Зависимость $n = \varphi(\Delta R)$.

Полюс I3, квадрант II, $B = 230 \text{ Гс}$, $\dot{B} = 16.0 \text{ кГс/с}$, плоскость измерений - медианная.

I - при смонтированных шинах сечением $6 \times 10 \text{ мм}^2$ на $R_0 \pm 100 \text{ мм}$.

2 - то же, но на нижнем полюсе, в районе R_0 , дополнительно уложена медная шина сечением $25 \times 5 \text{ мм}^2$.

Анализ проведённых измерений позволяет сделать следующие выводы:

- 1) После замены шин в квадранте исчезли аномальные искажения показателя поля n в районе радиусов, на которых расположены шины.
- 2) Показатель поля в медианной плоскости, практически, становится одинаковым при двух скоростях изменения индукции (4.0 кГс/с и 16.0 кГс/с) /2/.

Следует обратить внимание на искажение показателя поля в районе радиусов $R_0 \pm 500$ мм, где во всех квадрантах располагаются рельсы (дуралюминий, уголок 30 х 30 х 3 мм). Измерения в плоскости $Z_0 - 80$ мм дают рост искажений показателя поля n до $\sim \pm 0.13$ (в то время как в медианной плоскости $\sim \pm 0.015$). Искажения, вносимые рельсами при индукции $\dot{B} = 16.0$ кГс/с, трудно корректировать.

Отсюда следует, что дальнейший этап улучшения магнитных характеристик ускорителя, а значит и увеличения интенсивности, заключается в замене на всех квадрантах широких медных шин $- 25 \times 5 \text{ мм}^2$ на более узкие $- 6 \times 10 \text{ мм}^2$ и рельс $-$ на подобные, но изготовленных из материала с повышенным сопротивлением, например $-$ нержавеющей стали. Рельсы желательно удалить на возможно большее расстояние от R_0 . Всё это позволит начать исследования работы ускорителя при скорости изменения индукции $\dot{B} = 16.0$ кГс/с.

12 мая с.г. индукционным методом были проведены магнитные измерения рассеянного поля на начальном участке канала медленного вывода (от фланца прямолинейного участка $-$ до поворотного магнита ЗСП-12) при трёх значениях рабочего поля в зазоре ЭМ ускорителя (0.5 Т, 0.8 Т и 1.0 Т)(Рис.6).

В магните ЗСП-12 измерение остаточного поля проводилось при помощи магнитометра с гальваноманниторекомбинационным датчиком /4/. Результаты измерений остаточного поля и его зависимость в ЗСП-12 от тока размагничивания представлены на рис.7.

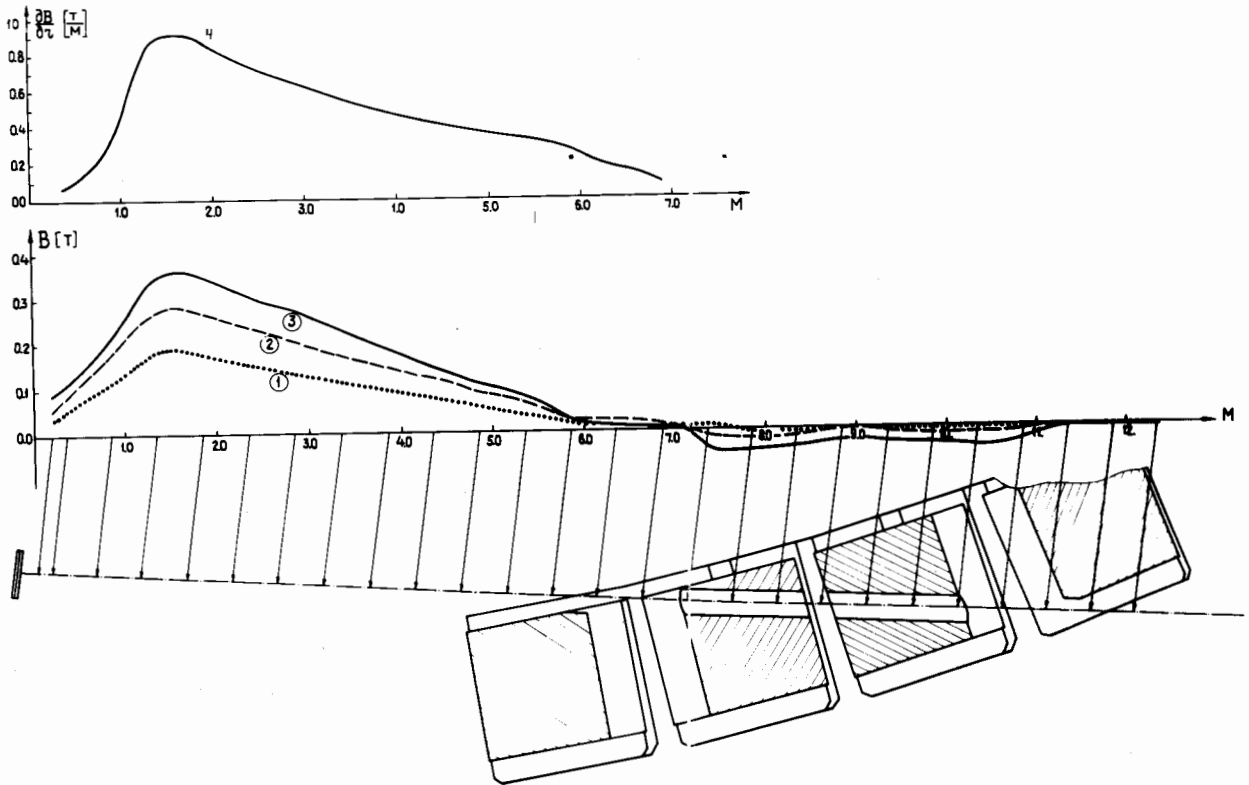


Рис.6. Кривые индукции и градиента рассеянного поля ЭМ ускорителя по трассе канала МВ.

1 - B раб.= 0.5 Т. 2 - B раб.= 0.8 Т. 3 - B раб.= 1.0 Т.

4 - Градиент индукции рассеянного поля ЭМ ускорителя в зависимости от координат трассы канала МВ.

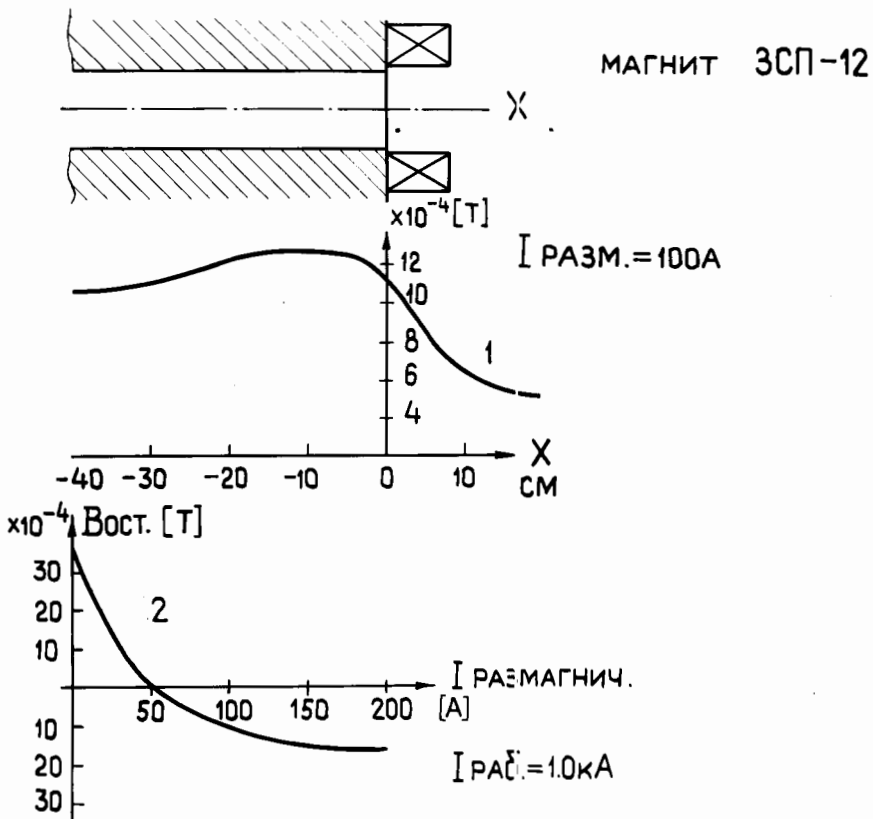


Рис. 7. Распределение остаточного поля поворотного магнита 3СП - 12.

- 1 - остаточное поле при токе размагничивания 100 А.
- 2 - величина остаточного поля в зависимости от тока размагничивания.

3. Геодезия.

На протяжении II квартала было проведено два цикла наблюдений на "кусте" реперов и по одному циклу на осадочной сети, магните синхрофазотрона и колоннах I корпуса.

Абсолютная осадка реперов -- I цикл.

I репер - 0.13 мм,
 II репер + 0.01 мм,
 III репер + 0.03 мм,
 IV репер + 0.08 мм.

Средняя квадратическая погрешность измерений $\delta_p \leq 0.042$ мм.

Абсолютная осадка реперов -- II цикл.

I репер - 0.06 мм,
 II репер - 0.01 мм,
 III репер - 0.01 мм,
 IV репер + 0.06 мм.

Средняя квадратическая погрешность измерений $\delta_p \leq 0.029$ мм.

Абсолютные осадки шкалок рабочей сети на стойках ЭМ.

Квадрант	Внутренний радиус S мм	Наружный радиус S мм	Доверительный интервал ΔS мм
I	- 0.2	- 0.9	
II	- 0.6	+ 0.2	$0.4 \leq \Delta S \leq 0.5$
III	- 0.6	- 0.2	
IV	- 0.8	- 0.1	

Средняя квадратическая погрешность измерений по рабочей

сети $\delta_n \leq 0.06$ мм.

Абсолютные осадки шкалок сети на колоннах здания ускорителя.

Квадрант	Внутренний радиус S мм	Наружный радиус S мм	Доверительный интервал ΔS мм
I	+ 0.1	+ 0.2	
II	- 0.2	- 0.4	0.4 $\leq \Delta S \leq$ 0.5
III	+ 0.3	+ 1.0	
IV	- 0.1	- 0.6	

Средняя квадратическая погрешность измерений $\delta_n \leq 0.06$ мм.

На ускорителе смонтирована первая очередь гидростатической системы нивелирования с дистанционным съёмом информации. Установлено на фундаменте квадрантов ЭМ синхрофазотрона 10 датчиков электроконтактного типа (рис.8). Всего будет установлено 24 датчика, по 6 штук на каждом квадранте. Пульт управления датчиками и съёмом информации установлен на панели пульта синхрофазотрона в центре I корпуса ускорителя. Полностью смонтированы электрическая, воздушная и жидкостная части системы. Недостающие датчики будут устанавливаться по мере их изготовления. На рис.9 - пульт управления.

В настоящее время идёт освоение этой системы. Проведено 60 первых циклов измерений. Обработка информации осуществляется по тем же алгоритмам, что и результаты геометрического нивелирования.

Данная система разработана сотрудниками МИИГАиК'а, изготовлена и смонтирована совместно с сотрудниками ЛВЭ ОИЯИ.

4. Вывод пучков.

На канале медленного вывода совместно с ПТО ЛВЭ произведена перестановка стоек и расширение отверстий в стойках магнита Е-3 с целью юстировки пучка в соответствии с новыми требованиями его транспортировки в корпус №205.

Проделаны подготовительные расчётные работы по изготовлению для

канала быстрого вывода дополнительной магнитной линзы, которая позволит увеличить интенсивность пучка в канале при работе на ядрах углерода, азота и др.



Рис. 8. Электроконтактный датчик гидростатической системы (крышка снята).

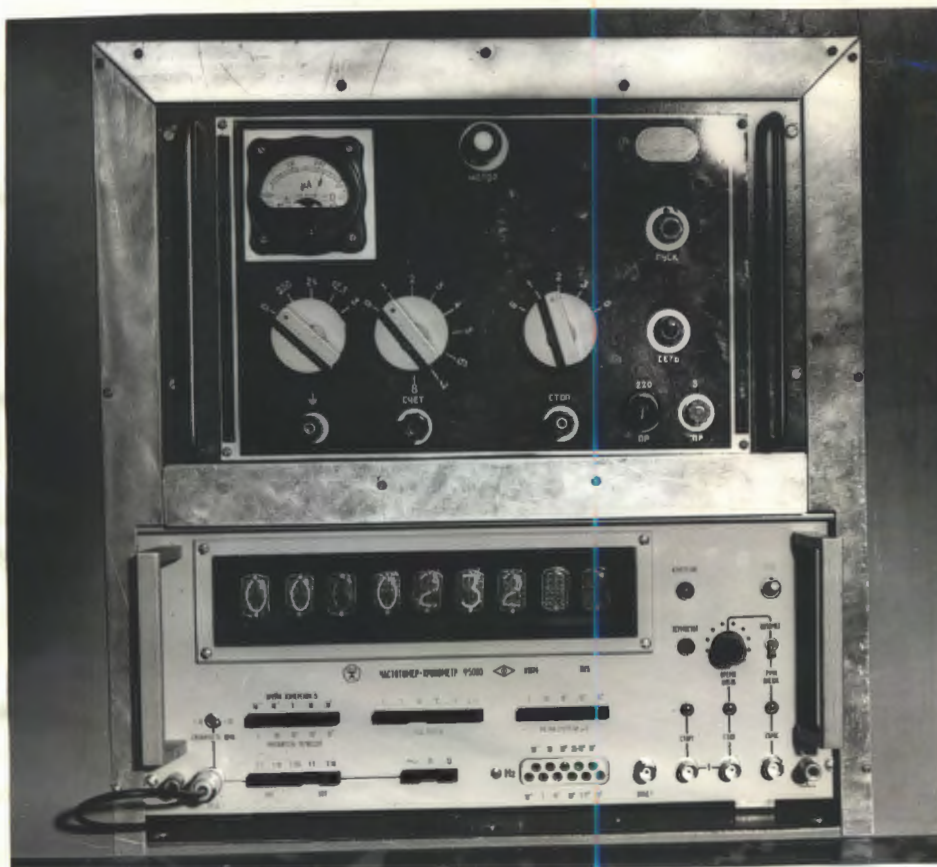


Рис.9. Пульт управления и регистрации информации с электроконтактных датчиков.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ю.Д. Безногих и др. ОИЯИ, Б2-9-9581, Дубна, 1976 г.
2. Ю.Д. Безногих и др. ОИЯИ, Б2-9-10141, Дубна, 1976 г.
3. Ю.Д. Безногих и др. ОИЯИ, Б1-9-8460, Дубна, 1974 г.
4. М.А. Воеводин и др. ОИЯИ, 13-10761, Дубна, 1977 г.