

C 345eY

B-63

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

2755 / 2-76



19/VI-76

B-63

9 - 9625

М.А.Воеводин, Л.П.Зиновьев, Н.А.Коруков,
Ю.В.Смирнов

СИСТЕМА КОРРЕКЦИИ ПОКАЗАТЕЛЯ СПАДА
МАГНИТНОГО ПОЛЯ СИНХРОФАЗОТРОНА

1976

9 - 9625

**М.А.Воеводин, Л.П.Зиновьев, Н.А.Коруков,
Ю.В.Смирнов**

**СИСТЕМА КОРРЕКЦИИ ПОКАЗАТЕЛЯ СПАДА
МАГНИТНОГО ПОЛЯ СИНХРОФАЗОТРОНА**

Показатель спада магнитного поля синхрофазотрона α является одним из главных параметров, определяющих оптимальный режим настройки ускорителя на максимальную интенсивность. Экспериментальные работы, проведенные на синхрофазотроне по исследованию динамики ускоренного пучка на начальном этапе ускорения, указали на неудовлетворительное состояние основных характеристик ведущего магнитного поля ускорителя ^{/1/}. Это явление стало особенно заметно проявляться при увеличении числа инжектируемых частиц в камеру ускорителя ^{/2/}.

Существовавшая система регулировки α на синхрофазотроне /система РЗМИ-1/ не могла удовлетворить новым требованиям, исходившим из необходимости более гибкой, оперативной и поквadrантной коррекции α . В целях устранения этих недостатков и обеспечения возможности изменения α в широком диапазоне была разработана и сдана в эксплуатацию новая система РЗМИ-2, позволяющая вводить в магнитное поле ускорителя пространственно-временную коррекцию показателя спада α и компенсировать имеющиеся в ускорителе искажения магнитного поля в радиальном и азимутальном направлениях.

Описание системы

Система РЗМИ-2 представляет собой комплекс электротехнического оборудования и состоит из 26 пар проводников, уложенных на поверхностях полюсов главного магнита /рис. 1/, 32 импульсных источников питания с

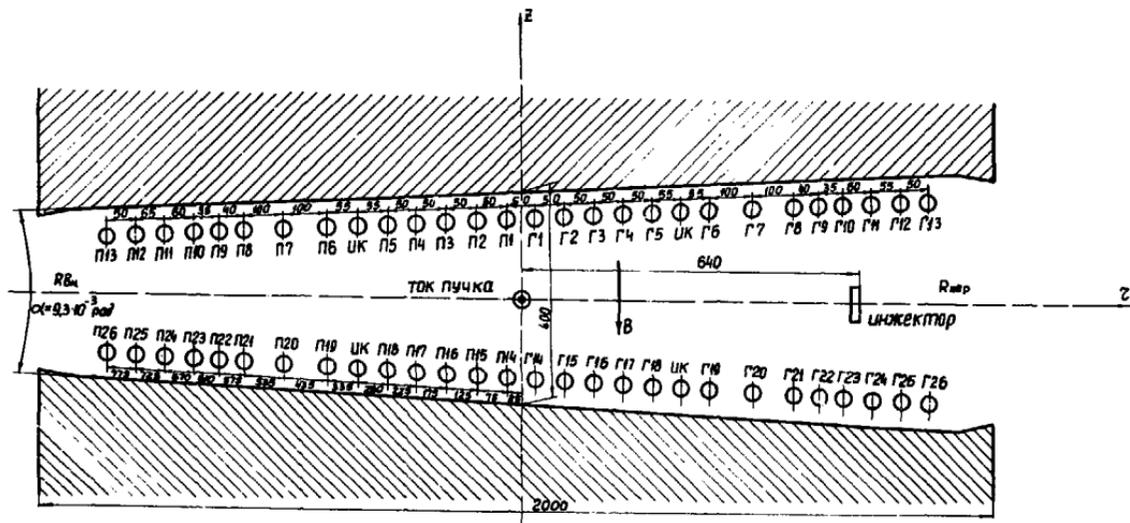


Рис. 1. Расположение проводников РЗМИ на полюсах электромагнита.

программным управлением ИИП^{/3/} элементов индикации и контроля.

Раздельное подключение обмоток к отдельным источникам тока и независимое включение каждого из 4 квадрантов ускорителя позволяют вводить нелинейные добавки в магнитное поле и изменять их как по азимуту, так и во времени.

Динамический диапазон регулирования тока нагрузки - 100, длительность тока коррекции - от 25 до 400 мс, максимальная величина тока - 10 А.

Структурная схема системы РЗМИ-2 приведена на рис. 2.

Обмотки РЗМИ получают ток от выпрямителя /В/ через программное устройство импульсного источника питания ИИП: ИИП32 и рубильник /Р/. Для сглаживания пульсаций и увеличения длительности передних фронтов последовательно с обмоткой включен дроссель /Др/.

Система начинает работать с приходом отрицательного импульса "Начало цикла". При отсутствии цикла запуск системы можно производить от внутреннего генератора с периодом следования 6 с.

Одновибратор задержки регулирует момент включения тока в обмотки РЗМИ относительно начала роста магнитного поля. Время регулирования - 180 мс.

После одновибратора задержки импульс поступает на три блокинг-генератора, формирующие импульсы для запуска распределителей, и на 32 источника питания.

Наличие трех распределителей расширяет функциональные возможности системы РЗМИ-2. Каждый распределитель вырабатывает девять последовательных импульсов с интервалом между двумя соседними, равными 10 мс.

Это время при необходимости можно изменять. С формирователей № 1 ÷ 3 импульсы подаются на регулирующий элемент источников. Формирователи №1 и №2 нагружены десятью ИИП, а формирователь №3 - двенадцатью. Импульсные источники тока позволяют регулировать в обмотках РЗМИ:

- 1/ величину тока,
- 2/ закон нарастания,
- 3/ направление протекания тока,
- 4/ время протекания тока.

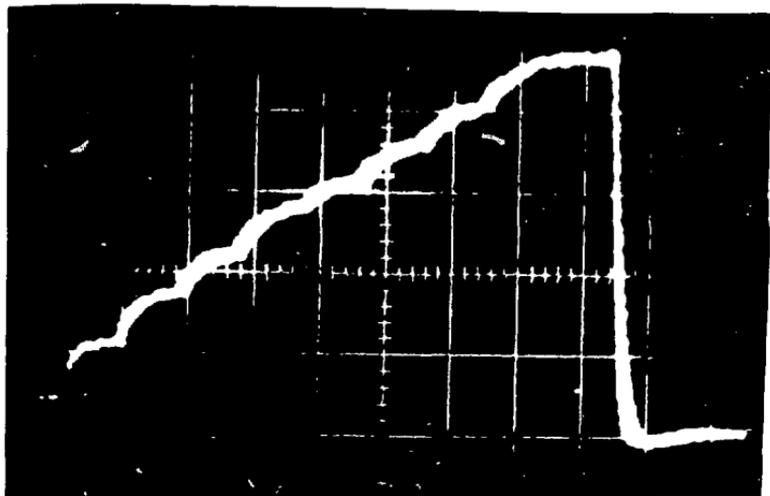


Рис. 3. Нарастание тока $I = f(t)$ по линейному закону. Развертка 10 мс/кв. Масштаб тока 1 А/кв.

Наблюдение величины и формы тока в корректирующих обмотках осуществляется на осциллографе с шунтов /ШИ/ через переключатели ПМТ1, ПМТ2, тумблер, разделительный трансформатор и масштабный усилитель.

На *рис. 3* показана осциллограмма линейного роста тока коррекции. Программное устройство позволяет изменять скорость нарастания тока в широких пределах.

Выпрямитель /В/ собран по трехфазной мостовой схеме и питается напряжением ~ 380 В.

Обмотки РЗМИ расположены на полюсных наконечниках электромагнита внутри вакуумной камеры вблизи ее стенок /см. *рис. 1/*.

При нарушении изоляции проводников вакуумная камера может быть выведена из строя. Поэтому в системе предусмотрена защита от замыканий на землю - блок РУВ-3А.

Принципиальную схему блока см. на *рис. 4*. Напряжения частотой 25 Гц, получаемое от делителя частоты

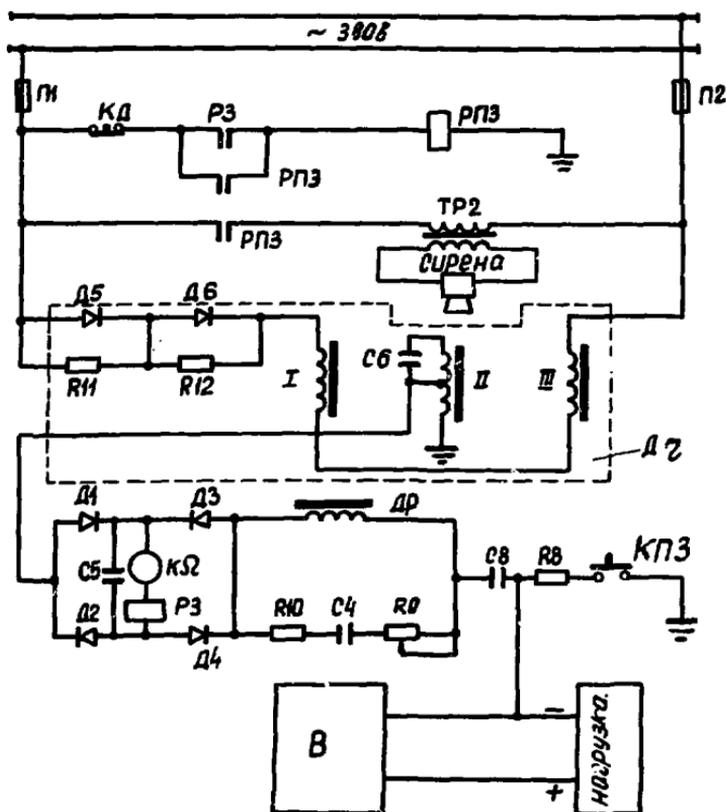


Рис. 4. Принципиальная схема блока защиты.

/ДЧ/, подключается через выпрямительный мост Д1-Д4, заграждающий параллельный контур ДрС4 и емкость С_в между землей и отрицательным полюсом выпрямителя.

При снижении сопротивления изоляции в системе менее 2 кОм ток, протекающий через обмотку РЗ, возрастает до величины тока срабатывания реле. Контакт реле РЗ воздействует на промежуточное реле РПЗ и отключает выпрямитель /В/ на схеме не указано/. Сопротив-

лением R9 регулируется величина отключающего сопротивления.

Второй н.р. контакт замыкает цепь питания трансформатора Tr2, к вторичной обмотке которого подключена сирена. Для контроля работоспособности схемы кнопкой КПЗ через сопротивление R8 /1,8 кОм/ подключается земля. Выпрямитель /В/ и блок РУВ-3А разработаны на основе зарядного устройства типа ЗУК-155/230 М.

Заключение

Результатом экспериментальных работ по коррекции п синхрофазотрона явилось повышение интенсивности ускоренных пучков. Система РЗМИ-2 позволила эффективно использовать возможности разгруппирователя и модулятора энергии инжектируемого пучка. Подбором коррекции Δn и оптимизацией режима инжекции удалось увеличить интенсивность ускоренного протонного пучка до $1,5 \cdot 10^{12}$ частиц/имп. При этом потери составили 40% от числа частиц, захваченных в синхротронный режим ускорения /4/.

Наличие в системе РЗМИ-2 автоматической защиты от замыкания корректирующих проводников на стенку высоковакуумной камеры предохраняет ее от возможного прогорания и тем самым повышает надежность работы ускорителя в целом.

В течение года эксплуатации системы имело место снижение изоляции проводников в камере менее 2 кОм. Однако благодаря надежной защите аварийные режимы своевременно устранялись и ускоритель не имел простоев. За этот же период не было случаев выхода из строя электронных блоков системы.

В заключение авторы выражают благодарность И.Н.Семенюшкину и Л.Г.Макарову за помощь в организации работы и интерес к ее результатам, Ю.Д.Безногих, А.Г.Бонч-Осмоловскому, В.А.Михайлову - за полезные обсуждения результатов эксперимента, В.Н.Кузнецову, Ю.И.Романову, А.А.Анашину, А.П.Крылову, Н.В.Оси-

пову, Я.И.Панферову - за участие в изготовлении и наладке отдельных узлов системы.

Литература

1. Ю.Д.Безногих и др. Сообщение ОИЯИ, Р9-9115, Дубна, 1975.
2. Ю.Д.Безногих и др. Депонированное сообщение ОИЯИ, Б1-9-8374, Дубна, 1974.
3. М.А.Воеводин, Н.А.Коруков. Сообщение ОИЯИ, 9-7318, Дубна, 1973.
4. Ю.Д.Безногих и др. Депонированное сообщение ОИЯИ, Б2-9-9203, Дубна, 1975.

*Рукопись поступила в издательский отдел
22 марта 1976 года.*