

Ц 8481

Б-399

1462/2-77



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА

18/IV-77

10 - 10325

Ю.Д.Безногих, Р.Дульский

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ
ПАРАМЕТРОВ ИНЖЕКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА

(Инжектор I)

Часть 1

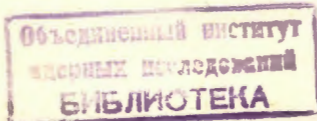
1977

10 - 10325

Ю.Д.Безногих, Р.Дульски

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ
ПАРАМЕТРОВ ИНЖЕКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА
(Инжектор I)

Часть I



Безногих Ю.Д., Дульский Р.

10 - 10325

Система автоматизации измерений параметров инжекционного комплекса (Инжектор I), Часть I

Описываются общие требования к системе автоматизации измерений параметров и диагностики пучка инжекционного комплекса синхрофазотрона ЛВЭ. Основной целью применения этой системы является повышение эффективности, надежности и оперативности управления процессом инжекции.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

1. ВВЕДЕНИЕ

В связи с развитием синхрофазотрона как ускорителя релятивистских ядер и расширением спектра масс ускоряемых частиц с целью повышения его эффективности, надежности и оперативности управления актуальным становится вопрос об автоматизации измерений основных параметров инжекционного комплекса /ИК/.

Предполагаемое развитие ИК предусматривает доведение энергии инжекции на ядрах до $10 \div 12$ МэВ/нуклон, что делает вопрос автоматизации еще более актуальным.

Правильная и надежная работа ИК вызывает необходимость измерения многих его параметров.

Целью этого проекта является создание системы автоматических измерений параметров ИК и диагностики ускоряемого пучка.

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В настоящее время процесс настройки режимов работы ИК и регистрация всех параметров ускоряемого пучка производятся оператором вручную.

Все измеряемые сигналы выведены на пульт управления ЛУ-20 и там измеряются оператором при помощи осциллографа с запоминающей трубкой или стрелочных приборов. Большое количество сигналов, связанных с измерением параметров ускоряющего поля и диагностикой пучка, делает процесс настройки очень трудоемким

и требующим много времени. Большой уровень помех, достигающий при имеющейся измерительной электронике в режиме ускорения α -частиц около 100% уровня амплитуды измеряемых сигналов, приводит к снижению точности измерений.

Проектируемая система должна заменить все вышеуказанные функции оператора, упростить процесс выбора и настройки режимов работы ИК, повысить точность измерений, автоматизировать сбор и регистрацию параметров ИК и организовать ввод требуемой оператором информации.

На основе указанных требований к системе автоматических измерений, в рамках проекта "Инжектор I", необходимо разработать системы:

- измерения параметров ИК и диагностики пучка с учетом помех, требуемой точности и особенностей работы ИК,
- синхронного сбора информации с датчиков,
- временной привязки,
- преобразования информации в цифровой код,
- передачи данных на ЭВМ и их обработки,
- вывода данных на пульт оператора,
- регистрации и представления данных,
- программ обработки данных и обслуживания.

В рамках проекта "Нуклотрон" планируется применение многокомпьютерной системы, с которой должна взаимодействовать система измерений параметров ИК.

В связи с постоянным усовершенствованием ИК система должна иметь модульный характер для сохранения возможности дальнейшей ее модернизации.

Модульный характер системы достигается путем применения электроники КАМАК, которая в настоящее время является стандартным интерфейсом между измерительной системой и ЭВМ, и производится многими фирмами.

В системе предлагается применение миникомпьютера типа EC1010.

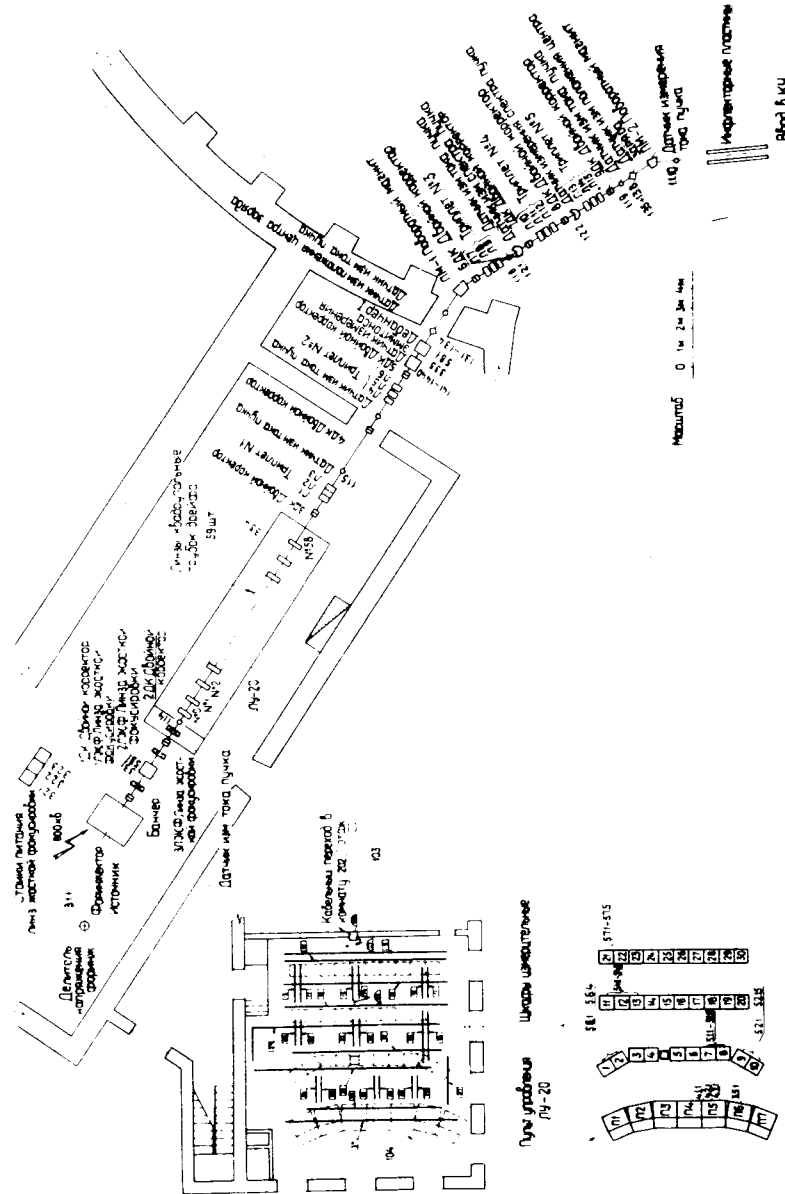


Рис. 1. Схема расположения элементов инжектора.

3. ИНЖЕКЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС

ИК расположен в здании ЛУ-20. Он состоит в настоящее время из:

- ионного источника и форинжектора /ФИ/,
- линейного ускорителя /ЛУ-20/,
- системы высоковольтного питания источника и ФИ,
- системы высокочастотного питания резонаторов и жесткофокусирующих импульсных линз,
- системы инжекционного тракта.

Транспортировка и согласование пучка между линейным ускорителем и кольцом синхрофазотрона осуществляется при помощи тракта ввода, который состоит из системы инжекционной оптики, обеспечивающей транспортировку пучка от ЛУ-20 до кольца синхрофазотрона и согласование его с аксептансом последнего. Для этого в тракте имеется 5 триплетов, 9 двойных корректоров и два поворотных магнита, а для уменьшения энергетического спектра $\Delta w_i / w_i \leq \pm 0,3\%$ - дебанчер, с рабочей длиной волны - 2 м.

Схема расположения элементов инжектора и магнитной оптики тракта ввода в кольцо синхрофазотрона показана на рис. 1. На рис. 2 приведена схема высокочастотного питания ИК.

4. ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИК И ДИАГНОСТИКИ ПУЧКА

Общая характеристика измеряемых сигналов

Рабочее состояние ИК может быть определено по двум типам информации:

- определяющей состояние основных узлов и отдельных систем /электрические, тепловые, вакуумные и др. характеристики/,
- о пучке в любой момент цикла инжекции - /диагностика пучка/.

Самыми важными факторами диагностики параметров пучка являются: интенсивность, временные и пространственные характеристики.

Эти параметры должны определяться на основе измерений импульсных сигналов, поступающих от датчиков, расположенных вдоль тракта инжекции.

Измерение импульсных сигналов диагностики пучка

К основным параметрам пучка, подлежащим измерению, следует отнести:

- величину и форму тока /интенсивность/ инжектора,
- положение центра тяжести пучка,
- профиль пучка /в двух плоскостях/,
- поперечные размеры,
- угловые характеристики /эмиттанс/ и
- энергетический спектр.

Из опыта работы линейных ускорителей /1-3/ следует, что измерение первых трех параметров пучка необходимо осуществлять непрерывно, синхронно с циклом

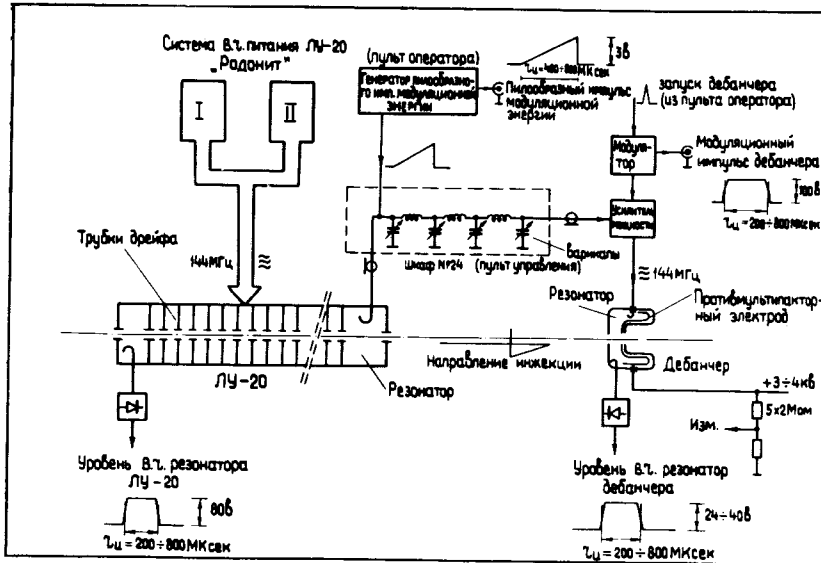


Рис. 2. Схема высокочастотного питания ИК.

инжекции, не нарушая процесса ускорения, с использованием "прозрачных" датчиков. Для измерения остальных параметров можно использовать датчики других типов, включая отдельные тракты измерений и анализирующие поворотные магниты.

Особенностями измеряемого пучка инжекционного тракта являются:

- необходимость измерения формы импульсов, длительность которых меняется от нескольких мкс /для лазерного источника/ до нескольких сотен мкс /в случае применения дугового источника/;
- большой диапазон измеряемых токов, в зависимости от режима работы ИК: 12-30 мА/ для протонного режима работы/, 4-8 мА /для дейтронного режима/, 100-200 мкА /а - режим/;
- автоматическое переключение режимов работы /чувствительность, частота стробирования/ измерительных каналов в зависимости от режима работы ИК;
- для калибровки измерительных каналов должны вырабатываться реперные импульсы.

Измерение параметров ускоряющего поля

К основным параметрам ускоряющего поля, подлежащим измерению, следует отнести:

- амплитуду напряжения на форинжекторе;
- амплитуды тока фокусирующих линз;
- уровень в.ч. поля в резонаторах банчера, дебанчера и ЛУ-20;
- формы модуляционного импульса дебанчера и пилообразного импульса модулятора энергии.

На рис. 3 показана схема питания импульсных линз.

Измерение интенсивности

О качестве процесса инжекции можно судить на основе измерения интенсивности вне ИК. Для этого измеряется:

- интенсивность бетатронного пучка,
- интенсивность пучка на выходе синхрофазотрона.

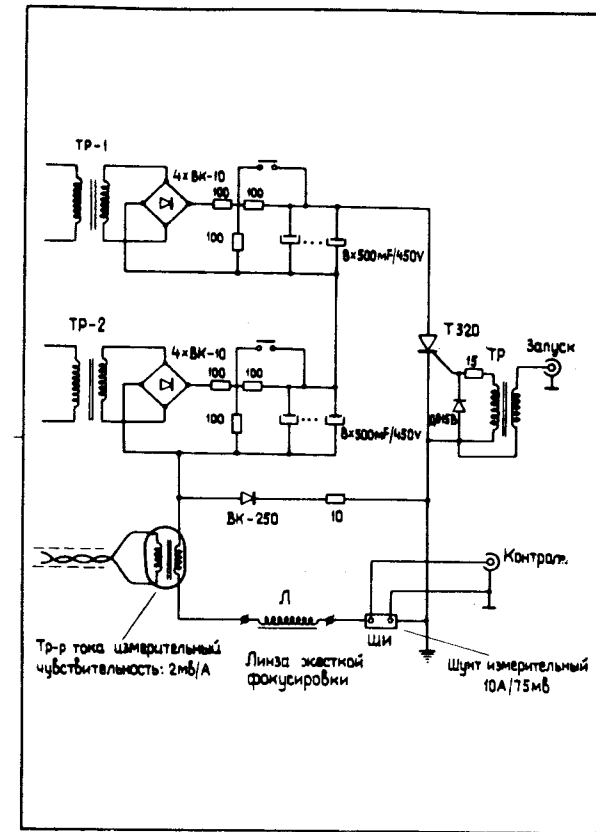


Рис. 3. Схема питания импульсных линз.

Особенностью измерения интенсивности на выходе синхрофазотрона является необходимость стробирования во многих точках, в связи с чем потребуются специальная схема временной привязки.

В проектируемой системе измерение интенсивности проводится при помощи магнитно-индукционных датчиков, расположенных вдоль инжекционного тракта.

Измерение постоянных сигналов

ИК содержит свыше 100 датчиков, измеряющих постоянные величины, определяющие состояние основных

узлов и отдельных систем. К основным типам датчиков постоянных сигналов следует отнести:

- измерительные шунты,
- делители,
- выходы специальных измерительных приборов.

Выходное напряжение этих датчиков меняется в пределах от нескольких милливольт до нескольких вольт, что вызывает необходимость применения аналого-цифровых преобразователей с программным управлением диапазонов измерений. Многие из этих датчиков находятся под потенциалом от нескольких десятков до нескольких сотен вольт, что вызывает необходимость применения АЦП с "плавающим входом", например, с оптоизоляцией.

Релейные сигналы

В ИК имеется несколько релейных сигналов, датчики которых /контакты реле/ находятся под потенциалом порядка сотен вольт, что вызывает необходимость применения гальванической развязки.

Помехи

Работа ИК вызывает ряд помех. Их разнообразие и высокий уровень являются самой серьезной проблемой в разработке каналов измерений.

- К основным источникам помех следует отнести:
- системы высоковольтного питания источника и ФИ,
 - систему высокочастотного питания резонаторов,
 - импульсные линзы и питающие их системы,
 - силовые установки, приводы вакуумных насосов,
 - магниты основного кольца ускорителя.

Указанные источники вызывают сильные электромагнитные и электрические поля, которые индуцируют в датчиках, предусилителях и линиях передачи сигналы помех довольно большой величины и в широком диапазоне спектров. Не менее важной является проблема чистой земли.

Из опыта /1,4,5/ следует, что борьба с перечисленными помехами возможна следующими способами:

- высокоэффективное экранирование датчиков,
- расположение рядом с датчиком предусилителя и электроники, преобразующей измеряемые сигналы в цифровой код, в частоту, либо в длительность импульсов,
- использование двух земель: защитной и чистой,
- применение скрученных экранированных кабелей с наружной изоляцией,
- гальваническая изоляция между датчиковым полем и системой сбора данных /применение трансформаторов, оптоизоляторов, реле/,
- использование линии передачи с большим /выше 100 дБ/ подавлением однофазных помех,
- применение принципа "разных земель", датчиков и электроники сбора данных,
- заземление только в одной точке,
- применение интегрирующих аналого-цифровых преобразователей для измерения постоянных сигналов,
- использование фильтров.

Все вышеуказанные способы могут применяться одновременно, либо по отдельности, в зависимости от технических возможностей, конкретных условий работы и требуемой помехозащищенности, но первые пять способов должны применяться обязательно.

5. ПУЛЬТ ОПЕРАТОРА ИНЖЕКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА

Пульт оператора находится в зале пульта управления ЛУ-20. На нем расположены элементы дистанционного управления и измерения основных параметров ИК.

Применение системы автоматизации измерений параметров ИК вызывает необходимость модернизации имеющегося пульта оператора.

Общие требования к пульту оператора

Основными требованиями к пульту оператора являются:

- наглядность выведенной информации,

- применение, по мере возможности, стандартных средств вывода информации,
- функциональное расположение средств связи оператора с системой,
- простота обслуживания.

Как показывает практика и опыт других лабораторий /1,2,6/ для вывода оперативной информации и связи оператора с системой применяются, кроме стандартных, многие нестандартные устройства ввода и вывода информации /специальные дисплеи, кнопки, управляемые от ЭВМ, касательные панели и т.д./. Пульт оператора предлагается оборудовать стандартными средствами связи.

Организация пульта оператора

На основе всего сказанного, модернизация пульта оператора предполагает в настоящее время установку следующих элементов:

- буквенно-цифровой дисплей типа VT-340,
- программно-управляемые коммутаторы сигналов осциллографа /КСО/,
- клавиши вызова программ обслуживания системы, выбора режима работы и вызова данных на дисплей,
- клавиши вызова программ управления коммутаторами сигналов осциллографа и выработки реперных импульсов,
- звуковой сигнал,
- сигнальные лампочки.

Кроме того, на пульте оператора должен быть установлен "календарь" - наборный переключатель для занесения в память ЭВМ текущей даты и устройство громкой связи.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ структуры, режимов и условий работы ИК является основой разработки проекта системы автоматизации измерений параметров ИК, который описывается во II-й части работы.

В заключение авторы хотели бы выразить благодарность сотрудникам ЛВЭ Л.Г.Макарову и И.Ф.Колпакову за поддержку и содействие, оказываемое в выполнении этой работы, а также Е.А.Наумовой за качественное выполнение чертежей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Meeting on Technology Arising from High-Energy Physics. CERN, Geneve, 26-26 April, 1974.
2. IEEE Transaction on Nuclear Science. Vol. NS-22, No.3, June 1975, pp. 1036-1041.
3. IEEE Transaction on Nuclear Science. Vol. NS-22, No. 3, June 1975, pp. 1079-1081.
4. E.I.Wightman. Instrumentation in Process Control. Butterworths, London, 1972.
5. E.S.Sawas. Computer Control of Industrial Process. McGraw-Hill, London, 1965.
6. IEEE Transaction on Nuclear Science. Vol. NS-20, No. 3, June 1973, pp. 510-513.

*Рукопись поступила в издательский отдел
17 января 1977 года.*