

2796/2-76

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА

19/III-76



Г-534

P9 - 9604

Э.М.Глейбман, В.Д.Инкин, В.В.Тищенко

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ТОКА НАКАЛА
ГЕНЕРАТОРОВ ВОДОРОДА
В ТИРАТРОНАХ УСКОРИТЕЛЯ СИЛУНД
С ПРИМЕНЕНИЕМ МАЛОЙ ЭВМ ТРА/1

1976

P9 - 9604

Э.М.Глейбман, В.Д.Инкин, В.В.Тищенко

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ТОКА НАКАЛА
ГЕНЕРАТОРОВ ВОДОРОДА
В ТИРАТРОНАХ УСКОРИТЕЛЯ СИЛУНД
С ПРИМЕНЕНИЕМ МАЛОЙ ЭВМ ТРА/i

Направлено в ПТЭ

Объединенный институт
ядерных исследований
БНТ 19 1 1974

Глейбман Э.М., Инкин В.Д., Тищенко В.В.

P9 - 9604

Система стабилизации тока накала генераторов водорода в тиратронах ускорителя СИЛУНД с применением малой ЭВМ ТРА-1

Описывается система стабилизации тока накала генераторов водорода в тиратронах линейного ускорителя, работающая на линии с ЭВМ. Для управления величиной тока накала используются преобразователи "код-напряжение". Измерение тока осуществляется цифровым вольтметром Ш1312. Аппаратура системы стабилизации связана с ЭВМ через крейт КАМАК.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований
Дубна 1976

Gleibman E.M., Inkin V.D., Tishchenko V.V. P9 - 9604

Current Stability System of Hydrogen Generator Heating in Thyratrons of "SILUND" Accelerator with the Use of Small Computer TPA/i

Current stability system of hydrogen generator heating in thyratrons of linear accelerator operating on-line with computer is described. For running the heating current "code-voltage" transformers are used. Current measurement is realized by digital voltmeter CHSH 1312. Stability system apparatus is connected with computer through CAMAC crate.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research

Dubna 1976

Ускорители заряженных частиц характеризуются сложностью процессов, происходящих в них. При большом количестве управляющих цепей и их сильной взаимозависимости традиционные, ручные, методы управления не могут обеспечить оптимальных режимов работы. Поэтому сейчас на современных ускорителях функции контроля и управления частично или полностью передаются ЭВМ^{7,8}.

Одним из условий, обеспечивающих высокое качество ускорения в сильноточном линейном ускорителе СИЛУНД¹, является синхронизация импульсов модуляторов с точностью $1 \div 2$ нс. Модуляторы ускоряющей системы выполнены на основе водородного тиратрона ТГИ1-2500/50. Всего в ускорителе используется 30 модуляторов. Одним из факторов, влияющих на время срабатывания тиратрона, является давление водорода в колбе тиратрона^{2,3,4}. Давление при низких частотах повторения импульсов определяется в основном мощностью подогрева водородного генератора, а также внешними условиями охлаждения. В работах^{2,3,4} показано, что нестабильность времени зажигания тиратрона может быть значительно уменьшена стабилизацией и соответствующим выбором значения тока накала генератора водорода /ГВ/. Для тиратронов ТГИ1-2500/50 при номинальном значении напряжения накала подогревателя катода рабочий диапазон тока ГВ колеблется в пределах $2,2 \div 3,0$ А для различных экземпляров. В связи с этим требуется не только стабилизация тока генератора водорода, но также выбор и поддержание его оптимального значения с точностью не хуже $0,5\%^{1/2}$ в функ-

ции описываемой системы входит начальная установка и стабилизация оптимальных значений токов накала ГВ для каждого тиратрона.

Описание системы

Запитка спиралей накала ГВ осуществляется от стабилизированного источника питания через регуляторы /рис. 1/, представляющие собой усилители мощности, выполненные на транзисторах КТ803А. Исследования, проведенные на ускорителе СИЛУНД, показали, что

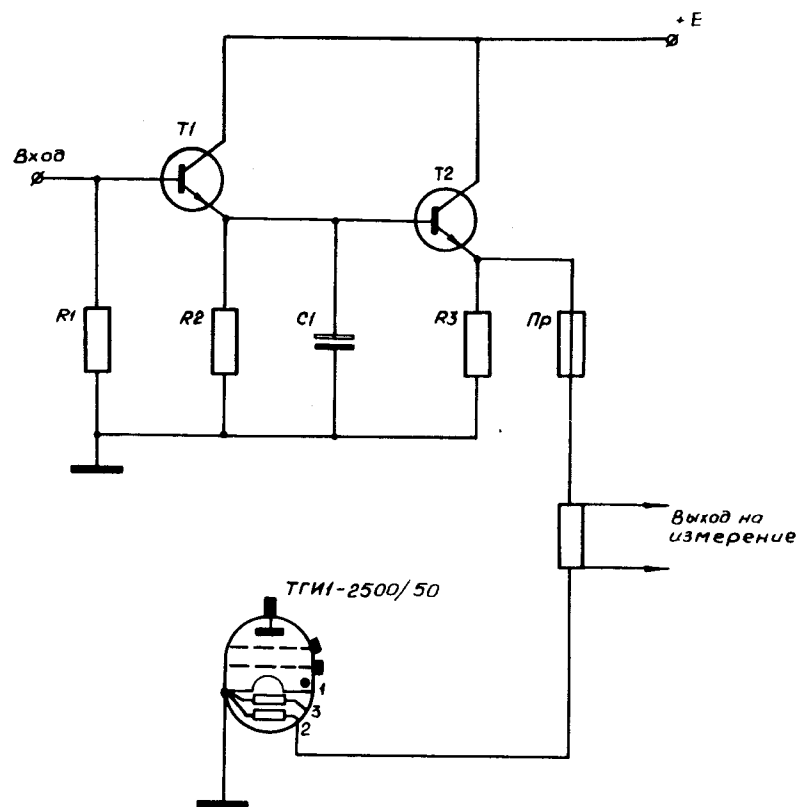


Рис. 1. Принципиальная схема регулятора.

применение данных регуляторов в ручном режиме обеспечивает стабилизацию тока $\delta \leq 0,25\%$ в течение 1 часа. За более длительное время δ может превышать допустимое значение $\pm 0,5\%$. Это создает неудобство в эксплуатации, т.к. требуется периодический контроль и подстройка оптимальных значений. Управляющее напряжение на регуляторы подается либо с делителей блока ручного управления, либо с преобразователей "код-напряжение" /ПКН/^{5/} при управлении от ЭВМ, для чего аппаратура управления через специально разработанное устройство связи ^{6/} и крейт КАМАК подключается к ТРА/i-1001 /рис. 2/. Для измерения напряжения, пропорционального току накала ГВ, используются термостабильные шунты Ш1 ÷ Ш30, к которым через мультиплексор подключается цифровой вольтметр Щ1312. В тиратроне ТГИ1-2500/50 один конец спирали накала ГВ конструктивно соединен с корпусом, поэтому создалась необходимость коммутировать одновременно 2 измерительных проводника. Герконовые реле РЭС-43, применяемые в мультиплексоре, имеют два нормально разомкнутых контакта и обеспечивают необходимую коммутацию. Этим же и объясняется использование вольтметра Щ1312, вход которого не имеет гальванической связи с корпусом. Сигналы с выходного регистра вольтметра уровнями ТТЛ хорошо согласуются с аппаратурой управления системы, выполненной на микросхемах серии 155.

Блок контроля и сигнализации вырабатывает сигналы оператору в случае аварийных ситуаций в системе. Для исключения возможности выхода из строя спирали накала ГВ, в случае непредусмотренного повышения напряжения, на выходе каждого регулятора установлены плавкие предохранители.

Описываемая система является частью аппаратуры автоматизированной системы управления ускорителем тяжелых ионов /УТИ/^{1/}, выполненной в основном в стандарте КАМАК. Для унификации аппаратурных и программных средств система стабилизации подключается к крейту КАМАК через модуль сопряжения. Модуль сопряжения /МС/ обеспечивает двухсторонний обмен информацией через магистраль крейта между ЭВМ и системой стабилизации.

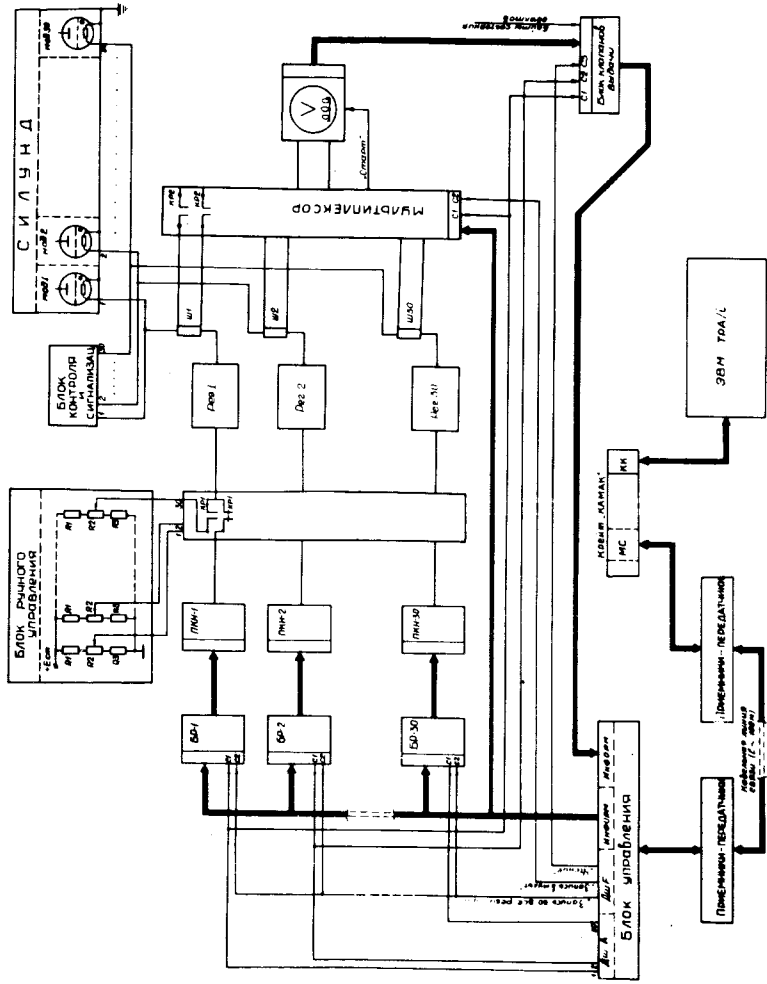


Рис. 2. Функционально-логическая схема системы стабилизации тока накала генераторов водорода тиратронов СИЛУНДа.

В функции блока управления входит поддержание связи с модулем сопряжения во время передачи управляющего слова /УС/ и выполнение операций, определенных в разрядах поля команды УС. В системе используются следующие команды:

- запись информации во все регистры /БР1÷БР30/ ПКН,
- запись информации в регистр ПКН по адресу,
- запись номера тиратрона в регистр адреса коммутатора,
- продвижение регистра адреса коммутатора,
- чтение 1-го байта с выходного регистра цифрового вольтметра,
- чтение 2-го байта с выходного регистра цифрового вольтметра,
- чтение байтов состояния системы.

Информация о значении измеряемой величины формируется на выходном регистре цифрового вольтметра в виде 16-разрядного параллельного кода. Чтение этой информации производится в два этапа, причем прием первого байта синхронизован с сигналом "Печать", поступающим с цифрового вольтметра по окончании процесса измерения. Разряды байтов состояния несут информацию о состоянии системы и ее отдельных узлов /вкл./выкл., ручн./ЭВМ и т.п./.

Алгоритм установки начальных значений и стабилизации тока накала генераторов водорода

Перед начальной установкой эталонных значений токов /рис. 3/ производится анализ байтов состояния объектов системы. Если все они находятся в ручном режиме управления, дальнейший процесс работы ЭВМ прекращается. При автоматическом управлении после анализа байтов состояния по команде блока управления "Запись информации во все регистры ПКН" производится установка среднего значения тока для всех тиратронов путем последовательного увеличения /рис. 4/ в течение двух минут. Это необходимо для исключения возможности

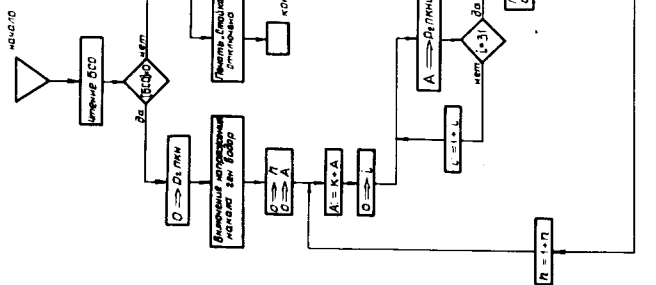


Рис. 3. Схема алгоритма установки начальных значений и стабилизации.

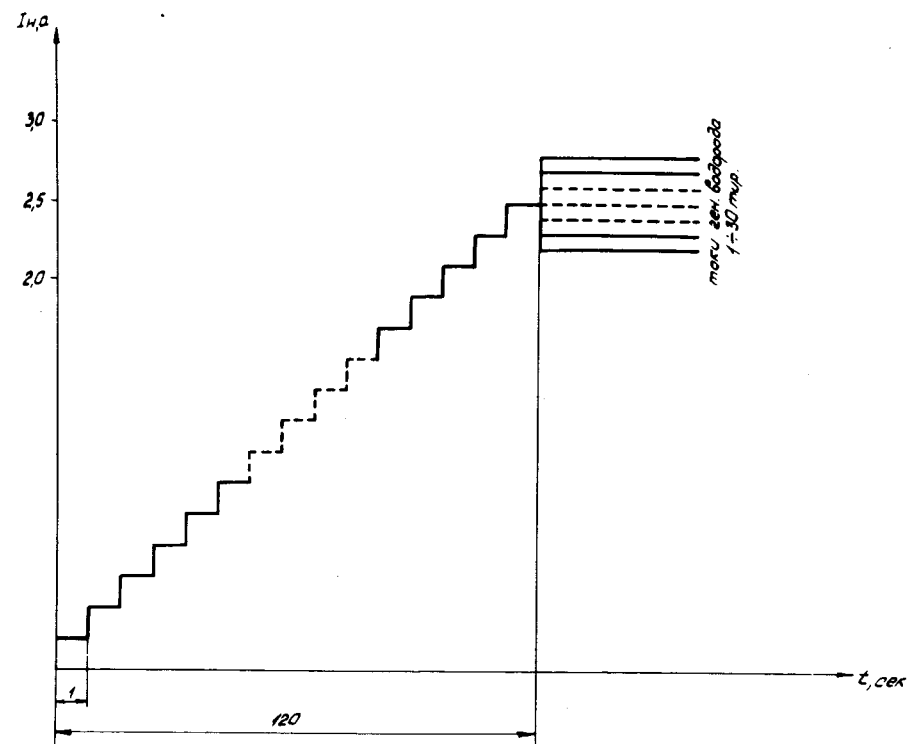
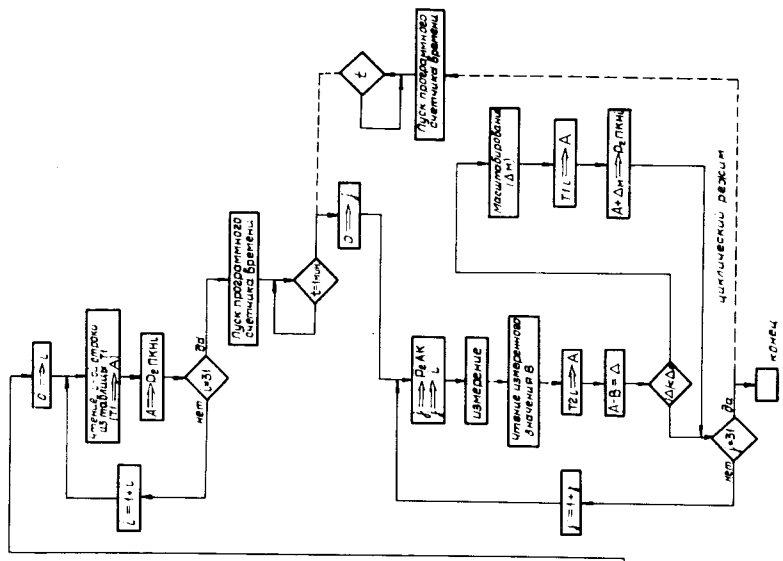


Рис. 4. График программной установки начальных значений токов генераторов водорода.

выхода из строя спирали накала вследствие резкого увеличения тока. Затем происходит индивидуальная установка эталонных значений для каждого тиратрона с последующим переходом в режим стабилизации.

Этот режим начинается измерением тока. Выбирается регистр адреса канала.

$$j \Rightarrow \text{Pr AK}.$$

Производится измерение по i -му каналу. Измеренный ток соответствует какому-то значению B . Это значение сравнивается с таблицей $T2$ эталонных значений.

Разность $\Delta = A - B$ сравнивается с допустимым значением

$$|\Delta| < \Delta_0$$

Если эта разность находится в пределах нормы, производится измерение следующего объекта:

$$j := 1 + j$$

При выходе разности за пределы нормы осуществляется масштабирование Δ и сложение его с таблицей кодовых значений Т1. В результате вырабатывается скорректированный сигнал $A + \Delta$, который заносится в соответствующий регистр ПКН и одновременно в таблицу Т1. По окончании корректировки и проверки всех 30 модуляторов $j = 30$ процесс стабилизации токов накала генераторов водорода заканчивается до следующего цикла.

В целях защиты тиристоров в программе передачи управляющих кодов в регистры ПКН предусмотрена процедура анализа передаваемой информации на максимум для каждого канала.

Технические данные системы

Режим работы	- ручной и автоматический
Количество регулируемых тириستоров	- 30
Регулируемый ток	- 0-3,5 А
Точность стабилизации	- ± 10 мА
Время начальной установки	- 2 мин
Время измерения по всем каналам	- 30 с
Время цикла стабилизации	- 1,5 мин.

Информация о состоянии системы и значениях токов выдается на телетайп в виде таблицы для всех модуляторов. Аппаратура стойки управления выполнена с использованием типовых конструкций ЭВМ М-6000. Зависимость тока накала генераторов водорода от управляющего кода ПКН для нескольких тиристоров приведена на рис. 5.

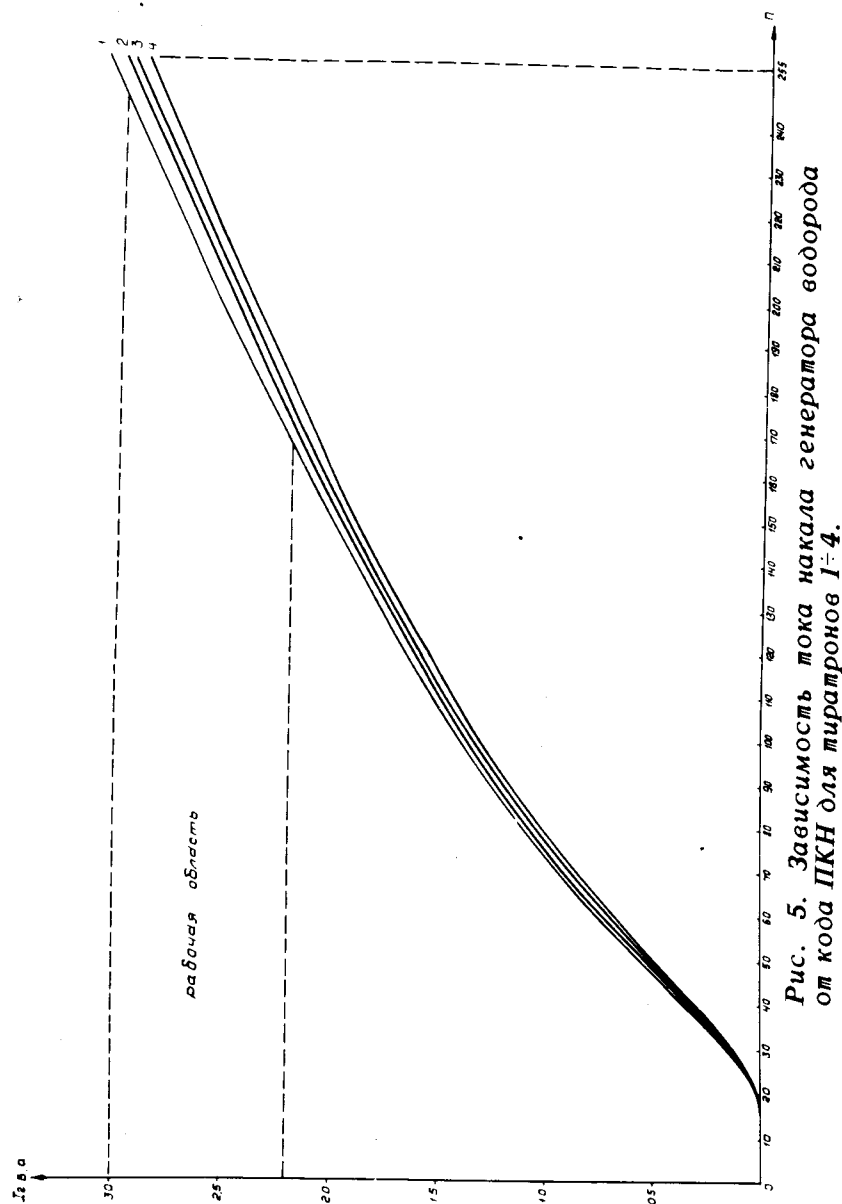


Рис. 5. Зависимость тока накала генератора водорода от кода ПКН для тиристоров 1-4.

Литература

1. Л.С.Барабаш, Л.Н.Беляев и др. Сообщение ОИЯИ, Р9-7697, Дубна, 1974.
2. Т.Б.Фогельсон, Л.Н.Бреусова, Л.Н.Вагин. Импульсные водородные тиратроны. "Советское радио", М., 1975.
3. Т.А.Ворончев. Импульсные тиратроны. "Советское радио", М., 1958.
4. С.В.Свечников. Газотроны и тиратроны. Гостехиздат, УССР, 1961.
5. А.Х.Ангелов, Э.М.Глейбман, В.В.Тищенко. Препринт ОИЯИ, Р13-7926, Дубна, 1974.
6. Э.М.Глейбман, В.Д.Инкин, В.П.Николаев. Препринт ОИЯИ, Р10-8626, Дубна, 1975.
7. CERN 74-9, vol. 2, D23, pp.234-244.
Computer Control System for the SPS.
8. F.Schutte et al. Sixth Int. Cyclotron Conf. Vancouver, 515, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 марта 1976 года.