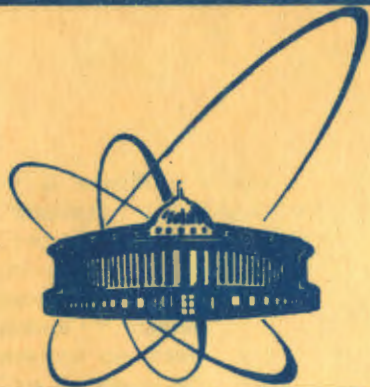


2/IV-84



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

1683/84

9-83-896

В.Ф.Минашкин

АППАРАТУРА И ОРГАНИЗАЦИЯ
СИСТЕМ ПИТАНИЯ НАКАЛА
ГЕНЕРАТОРОВ ВОДОРОДА
ТИРАТРОНОВ ТГИ1-2500/50,
ПРИМЕНЯЕМЫХ В УСКОРИТЕЛЯХ
ТИПА СИЛУНД

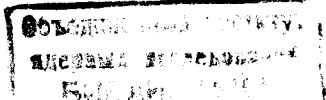
1983

В линейном индукционном ускорителе СИЛУНД ускоряющее поле создается системой импульсных трансформаторов-индукторов, возбуждаемых прямоугольными импульсами тока наносекундной длительности. Генераторы импульсов - модуляторы состоят из сосредоточенных емкостей, водородного тиратрона ТГИ1-2500/50 и формирующей линии ^{1/1}. Важным условием, влияющим на качество ускорения, является синхронное срабатывание модуляторов с точностью $1 \div 2$ нс. Это условие обеспечивается комплексом мер, к одному из которых можно отнести стабилизацию фронта импульса тиратрона на входе обостряющих линий на уровне 50-70 нс с нестабильностью до 2 нс путем индивидуального подбора и стабилизации тока накала генератора водорода /ГВ/^{2/}. Точность стабилизации при этом должна быть не более 20 мА в диапазоне $2 \div 3,7$ А. ГВ создает давление водорода в колбе тиратрона, величина которого оказывает сильное влияние на его характеристики. Он состоит из ампулы, наполненной специальным веществом, и спирали, осуществляющей подогрев этого вещества^{3/}. Конструктивно один конец спирали соединен с корпусом тиратрона. Сопротивление спирали в нерабочем состоянии - около 1 Ом, а после включения - $2 \div 3,5$ Ом. Вывод тока накала на рабочий режим во избежание перегрузок необходимо осуществлять в течение 1-2 мин. Опыт эксплуатации системы питания накала ГВ ПКУТИ^{4/} показал, что она обладает рядом недостатков:

- использование общего мощного источника питания для всех усилителей мощности /УМ/ приводит, с одной стороны, к взаимному влиянию каналов друг на друга, с другой - их число является фиксированным;
- отсутствие быстродействующей и чувствительной защиты приводит к преждевременному выходу из строя УМ и тиратронов;
- управляющая аппаратура требует дополнительного оборудования для сопряжения с ЭВМ, что существенно усложняет эксплуатацию и ремонт.

В данной работе описываются различные варианты структурных схем, аппаратура и принципиальные схемы систем питания накала ГВ установок СИЛУНД-2, ПКУТИ, СИЛУНД-20. Наличие различных вариантов определяется конкретными условиями, в частности, уровнем автоматизации установки, количеством тиратронов, условиями охлаждения и т.д.

На установке СИЛУНД-2 реализован вариант ручного управления УМ /рис.1/. На ПКУТИ реализован вариант, в котором управление ручное, а контроль - со стороны ЭВМ /рис.2/. На установке СИЛУНД-20 управление УМ только от ЭВМ /рис.3/. Эта аппаратура включена в состав системы управления КУТИ-20^{5/}. Во всех вариан-



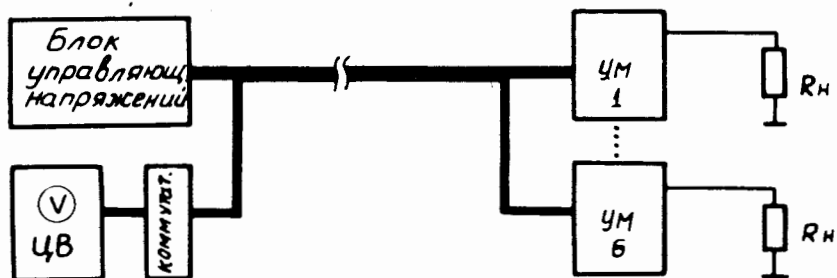


Рис.1. Структурная схема системы питания накала ГВ тиратронов ТГИ1-2500/50 СИЛУНДА-2.

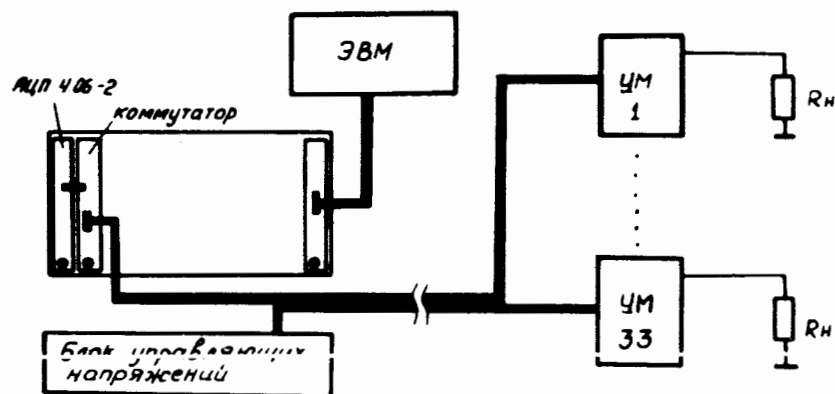


Рис.2. Структурная схема системы питания накала ГВ тиратронов ТГИ1-2500/50 прототипа КУТИ.

тах связь между управляющей и исполнительной частями системы осуществляется кабелем из свитых пар, помещенных в общий экран, который заземляется на одном конце в стойке с УМ. Кабель может достигать длины до 100 м. Исполнительная часть, состоящая из УМ, располагается обычно вблизи СИЛУНДА, управляющая часть - в пультовой. Аппаратура системы питания накала ГВ тиратронов ТГИ1-2500/50 имеет в своем составе следующие блоки:

- УМ, обеспечивающий усиление мощности управляющего напряжения;
- блок управляющих напряжений, который задает ток в нагрузке при работе в ручном режиме;
- коммутатор, подключающий к измерительному прибору шунты, включенные последовательно с нагрузкой и расположенные в УМ;
- цифровой вольтметр, АЦП, которые служат для измерения напряжения с шунта, пропорционального току нагрузки;
- ЦАП, задающий ток в нагрузке при работе от ЭВМ.

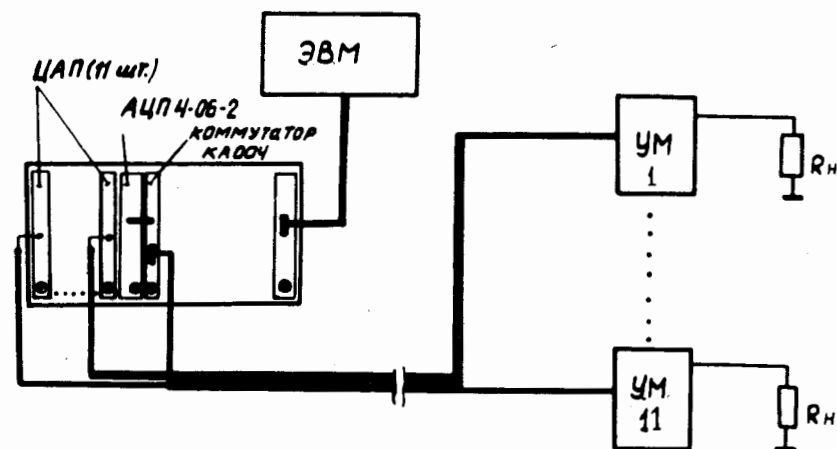


Рис.3. Структурная схема системы питания накала ГВ тиратронов ТГИ1-2500/50 и корректирующих катушек электронного пучка СИЛУНДА-20.

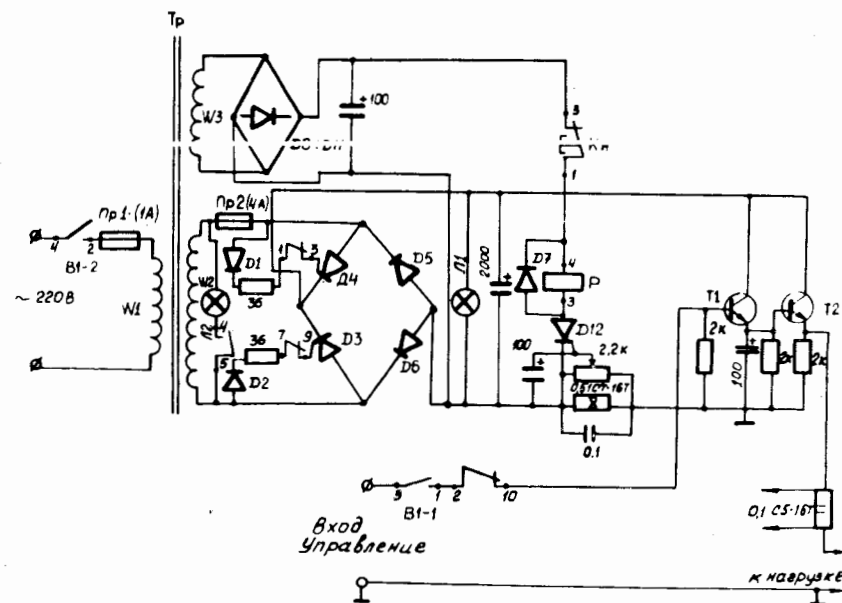


Рис.4. Принципиальная схема усилителя мощности. D1, D2, D7, D8-D11-D226D, D3, D4 - КУ202Е, D5, D6-D242, D12 - КУ101Г, Р-РЭС22РФ4500129, T1, T2-КТ803А, Кн-КМ1-, I, B1-ТП1-2, Тр-ПШ12, 5x25-60-50X2, W1-1100, W2-220, W3-120, Л1, Л2-КМ 24x35.

На рис.4' представлена принципиальная схема УМ. Выходная часть аналогична описанной в /4/. Каждый УМ питается от сети. Это дает ряд преимуществ перед использованием одного общего источника питания для всех каналов:

- развязка каналов друг от друга;
- увеличение числа каналов не ведет к существенным переделкам;
- улучшение эксплуатационных характеристик.

УМ снабжен регулируемой электронно-механической защитой по току триггерного типа. Необходимость ее применения вызвана тем, что плавкие предохранители имеют большой разброс по току и времени срабатывания. Принцип действия защиты основан на том, что повышение напряжения на управляющем электроде выше порогового приводит к открыванию тиристора КУ101Г. Срабатывает реле, запираются тиристоры выпрямительного моста, отключается вход регулирующего транзистора, включается сигнализация /6,7/. Быстродействие защиты обеспечивает сохранность нагрузки и элементов схемы при отсутствии ложного срабатывания от помех. К недостаткам такого типа защиты относятся довольно большая потребляемая мощность и необходимость подбора тиристоров по напряжению отпирания. Устранить это можно переходом на другой тип тиристора, либо, например, использовать схему, описанную в /11/, подключив ее к измерительному шунту. Достоинством такого типа защиты является относительная простота в эксплуатации и содержание минимального числа активных элементов, т.к. УМ располагаются в непосредственной близости к установке и подвергаются радиационным нагрузкам. Восстанавливается защита разрыванием цепи тиристор - обмотка реле. Принудительное охлаждение УМ повышает надежность его работы. Для измерения тока нагрузки последовательно с ней включен шунт 0,1 Ом, с которого снимается напряжение, пропорциональное току. УМ обеспечивает на нагрузке максимальную мощность 15В х 4А. Выполнен он в конструктиве "Вишня" с передней панелью 120х160 мм².

Принципиальная схема блока управляющих напряжений на 33 канала приведена на рис.5. Как уже указывалось, ток в нагрузке при включении надо устанавливать в течение 1-2 мин. Для этого в типовой схеме стабилизатора напряжения узел опорного напряжения выполнен так, чтобы при включении его опорное напряжение плавно возрастало от нуля до своего рабочего значения за 1-2 мин. Время подъема задается RC-цепью в базе транзистора Т1. Блок управляющих напряжений является одним из основных при ручной регулировке, а в случае управления от ЭВМ его используют для пуско-наладочных работ и при аварии. Выходное напряжение регулируется и составляет 4-16 В.

В качестве коммутаторов, подключающих измерительные шунты к АЦП, используются аналоговые коммутаторы на герконах, например, КА004 /8/. При этом они должны обеспечивать переключение двух проводных линий от измерительных шунтов. Кроме того, для удобства работы при коммутировании большого числа каналов двоичный

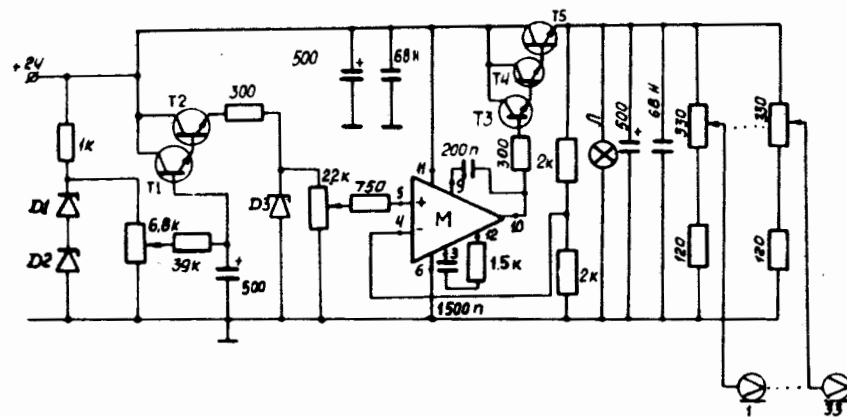


Рис.5. Принципиальная схема блока управляющих напряжений. М-К55ЗУД1, Д1, Д2-Д814Б, Д3-Д818Е, Т1, Т3-КТ608А, Т2, Т4-КТ801А, Т5-КТ803А, Л-КМ 24х35.

код индикации номера канала преобразуется в десятичный, как, например, это реализовано на ПКУТИ.

Измерение тока производится путем измерения напряжения, снимаемого с шунта 0,1 Ом. Диапазон изменения напряжения - 0 ÷ 0,4 В. Так как напряжение находится под потенциалом относительно земли, то измерительный прибор должен иметь гальваническую развязку. В качестве АЦП используется САМ 4.06-2 /9/, позволяющий измерять напряжение с точностью 1 мВ. На ПКУТИ для того, чтобы использовать САМ 4.06-2 в ручном режиме, разработана специальная схема, которая на дополнительной плате вставляется в блок, а на передней панели установлены клавиши, управляющие режимом работы, и цифровые индикаторы, показывающие значение тока в амперах. В основе схемы лежит преобразование двоичного кода в двоично-десятичный. Включением делителя напряжения на входе АЦП и соответствующим выбором диапазона измерения напряжения производится калибровка.

ЦАПы, предназначенные для управления УМ, выполнены в стандарте КАМАК однократной ширины на базе схемы, описанной в /10/. В настоящее время разработан и испытан ЦАП, содержащий значительно более простую схему согласующего усилителя /рис.6/. ЦАП имеет 8 разрядов и выходное напряжение 0 ÷ 16 В. В принципе можно организовать управление УМ путем использования ЦАПа со стандартным выходным напряжением +5 В и согласующего усилителя, взяв за основу схему на рис.6. При включении системы во избежание перегрузок выходное напряжение ЦАПа устанавливается минимальным.

Таким образом, в работе приведены структурные и принципиальные схемы, состав аппаратуры систем питания накала ГВ тиратронов

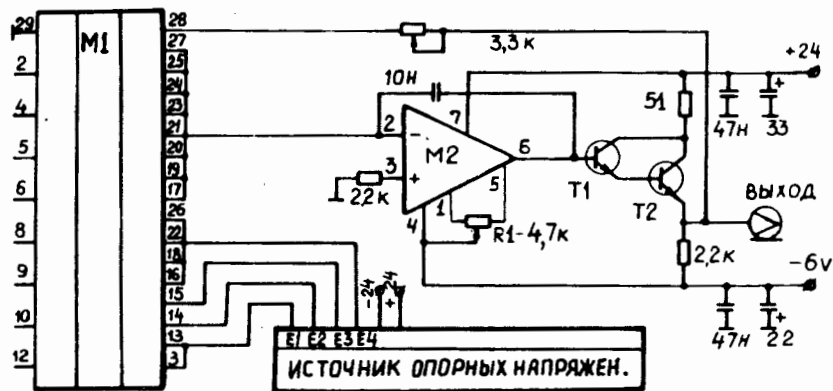


Рис. 6. Принципиальная схема согласующего усилителя.
 M1-К2ПД522, M2-140УД6, T1-КТ603А, T2-КТ801А.

ТГИ1-2500/50 установок СИЛУНД-2, ПКУТИ, СИЛУНД-20. Реализовано три варианта, которые успешно эксплуатируются в течение нескольких лет, показав высокую надежность. Проверка стабильности тока накала ГВ за длительный период времени / > 100 ч / показала, что ток отличается от установленного не более чем на 20 мА при работающей системе охлаждения корпусов тиратронов. Кроме того, с помощью данной аппаратуры реализовано управление током корректирующих катушек электронного пучка СИЛУНДа-20.

Автор благодарит В.Д.Инкина за постановку задачи и постоянный интерес к работе, А.И.Губанова за участие в разработке принципиальных схем, печатных плат, наладке блоков, В.И.Клементьева, Г.В.Ионкина, А.М.Пивня, А.Г.Сахарова, В.Н.Корнеева, Т.Ф.Корнееву за помощь в изготовлении аппаратуры и документации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барабаш Л.С. и др. ОИЯИ, Р9-7697, Дубна, 1974.
2. Беляев А.П. и др. ОИЯИ, Р9-10313, Дубна, 1976.
3. Фогельсон Т.Б., Бреусова Л.Н., Вагин Л.Н. Импульсные водородные тиратроны. "Советское радио", М., 1975.
4. Глейбман Э.М., Инкин В.Д., Тищенко В.В. ОИЯИ, Р9-9604, Дубна, 1976.
5. Дубовик Л.В., Инкин В.Д., Саенко Т.П. ОИЯИ, 10-83-223, Дубна, 1983.
6. Куонг. Электроника, 1977, №19, с. 76.
7. Китаев В.Е., Левинзон С.В. Электрическая защита полупроводниковых источников питания. "Связь", М., 1977.

8. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-11636, Дубна, 1978.
9. САМ 4.06-2. Integrating Analog-Digital Converter. KFKI-74-9403. Budapest.
10. Ангелов А.Х., Глейбман Э.М., Тищенко В.В. ОИЯИ, Р13-7926, Дубна, 1974.
11. Шило В.Л. Линейные интегральные схемы в радиоэлектронной аппаратуре. "Советское радио", М., 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
 27 декабря 1983 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
D11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
D4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
D2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
D10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
D1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
D1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D2,4-83-179	Труды XV Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Дубна, 1982.	4 р. 80 к.
	Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/	11 р. 40 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Минашкин В.Ф. 9-83-896
Аппаратура и организация системы питания накала генераторов водорода тиратронов ТГИ1-2500/50, применяемых в ускорителях типа СИЛУНД

Рассмотрены и реализованы варианты многоканальных систем питания накала генераторов водорода тиратронов ТГИ1-2500/50 установок СИЛУНД-2, ПКУТИ, СИЛУНД-20 и корректирующих катушек электронного пучка СИЛУНДа-20. Эти варианты предусматривают три режима работы: 1/ ручное управление и ручной контроль; 2/ управление ручное, контроль - от ЭВМ; 3/ управление и контроль только от ЭВМ. Приведен состав аппаратуры и описаны принципиальные схемы некоторых блоков /число каналов до 33/. Выходная максимальная мощность одного канала - 15В x 4А. При их включении выход на рабочий режим осуществляется в течение 1-2 мин. Точность установки и поддержание рабочего значения тока в нагрузке - не более 20 мА. Исполнительная часть системы выполнена в конструктиве "Вишня", управляющая и измерительная - в стандарте КАМАК.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Minashkin V.F. 9-83-896
An Apparatus and Organization of Heating Power Supply Systems of Hydrogen Generator in TG11-2500/50 Thyratrons Applied in SILUND Type Accelerators

Some variants of multichannel systems of heating power supply of hydrogen generator in TG11-2500/50 thyratrons for SILUND-2 devices, KUTI prototype, SILUND-20 and SILUND-20 electron beam correcting coils are considered. These variants provide three operating modes: operation and control off-line, operation and control off-line and on-line, operation and control on-line. The index of apparatus is given and principal schemes of some blocks are described, channel number - up to 33. Output power of channel maximum is 15V x 4A. Setup accuracy and support of current operating value in loading does not exceed 20 mA. The performing equipment was realized in "VISHNYA" design, supervision and measuring parts - in CAMAC standard.

The investigation has been performed at the Computing Techniques and Automations, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.