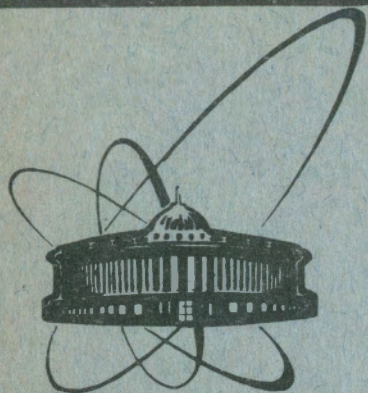


91-255



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P9-91-255

**В.В.Ахманов, Э.К.Батманова, Г.Г.Казакова,
В.В.Калиниченко, В.П.Соломников**

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО
ИСТОЧНИКА ПОСТОЯННОГО ТОКА
ДЛЯ ПИТАНИЯ ОСНОВНОЙ ОБМОТКИ
ЖЕЛЕЗНО-ТОКОВОГО КАНАЛА ФАЗОТРОНА ОИЯИ**

1991

Модернизация стабилизированного источника
постоянного тока для питания
основной обмотки железно-токового канала
фазотрона ОИЯИ

Описан стабилизированный источник постоянного тока 12,5 кА, 12 В. Величины нестабильности тока и пульсаций составляют $\sim 10^{-3}$ при рабочем токе 11 кА. Особенностью источника является включение тиристорного регулятора переменного напряжения с фазовым регулированием на первичной стороне силового трансформатора выпрямителя. В выпрямителе используются 24 силовых диода на номинальный рабочий ток 1 кА. Датчик тока на номинальный ток 12,5 кА, основанный на магнитном сравнении постоянных токов, включен в цепь нагрузки источника. Приведены блок-схема источника, принципиальные электрические схемы отдельных узлов, а также конструкция вентильного блока.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1991

Перевод М.И. Потапова

Akhmanov V.V. et al.

P9-91-255

Upgrading of the Stabilized Direct-Current
Power Supply Unit for the Main Winding
of the Iron-Current Channel at the JINR Phasotron

A 12.5 kA/12 V stabilized direct-current power supply unit is described. The current instability and pulsation are 10^{-3} at the operating current 11 kA. A specific feature of the power supply is a thyristor regulator of alternate voltage with phase regulation, installed on the primary side of the rectifier transformer. In the rectifier there are 24 power diodes of current rating 1 kA. The 12.5 kA current transducer based on magnetic comparison of direct currents is connected to the load circuit of the unit. The block diagram of the unit, the circuit diagrams of its blocks and the design of the isolator block are given.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems of JINR.

Стабилизированный источник тока для питания основной обмотки железно-токового канала (ЖТК), выполненный на основе промышленного выпрямительного агрегата (ВА) типа ВАК-12500, эксплуатируется с 1984 г.¹¹ в радиационных условиях (ВА размещен на верхней балке электромагнита фазотрона ОИЯИ). Этот агрегат содержит 144 тиристора типа Т150. В радиационных условиях снижается надежность тиристоров, что приводит к снижению надежности стабилизированного источника тока.

Одним из вариантов модернизации стабилизированного источника тока, обеспечивающим повышение надежности, является замена силовых тиристоров силовыми полупроводниковыми диодами, так как имеющиеся данные свидетельствуют о более высокой радиационной стойкости последних. Кроме того, диодный вентиляльный комплект имеет существенно меньшие габариты по сравнению с тиристорным вентиляльным комплектом агрегата ВАК-12500, что позволило создать радиационную защиту с использованием простых средств. Упрощенная блок-схема модернизированного источника тока для питания основной обмотки ЖТК представлена на рис.1. Источник тока содержит тиристорный регулятор переменного напряжения (ТРПН), систему импульсно-

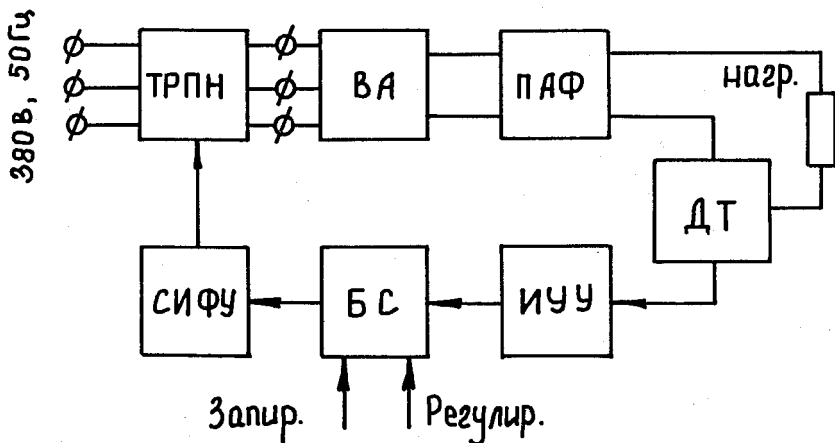
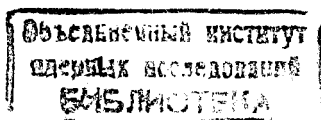


Рис.1. Упрощенная блок-схема стабилизированного источника постоянного тока для питания основной обмотки ЖТК.



фазового регулирования (СИФУ), выпрямительный агрегат (ВА), пассивный и активный фильтры (ПАФ), датчик тока (ДТ), измерительно-усилительное устройство (ИУУ) и блок связи (БС). Для реализации этой схемы выполнены следующие работы:

— произведены конструктивные изменения в выпрямительном агрегате ВАК-12500, обеспечившие установку 24 силовых полупроводниковых диодов типа Д143-1000 вместо 144 тиристоров типа Т150;

— на первичной стороне его силового трансформатора включен тиристорный регулятор переменного напряжения с системой импульсно-фазового управления; ТРПН, СИФУ и другие электронные узлы рассматриваемого стабилизированного источника тока установлены на первом этаже пристройки № 3 первого корпуса ЛЯП (контролируемая зона) на расстоянии нескольких десятков метров от ВА;

— последовательно с нагрузкой стабилизированного источника тока включен магнитомодуляционный датчик тока; магнитомодуляционный узел ДТ установлен на верхней балке электромагнита фазотрона, а электронные блоки ДТ размещены в пристройке № 3.

Упрощенная принципиальная схема трехфазного ТРПН представлена на рис.2. ТРПН выполнен на 6 тиристорах типа Т500 с водяным охлаждением. В каждой фазе используется два тиристора, соединенных параллельно-встречно. Управляющие электроды тиристоров подключены к СИФУ, которая состоит из 6 идентичных каналов, вырабатывающих

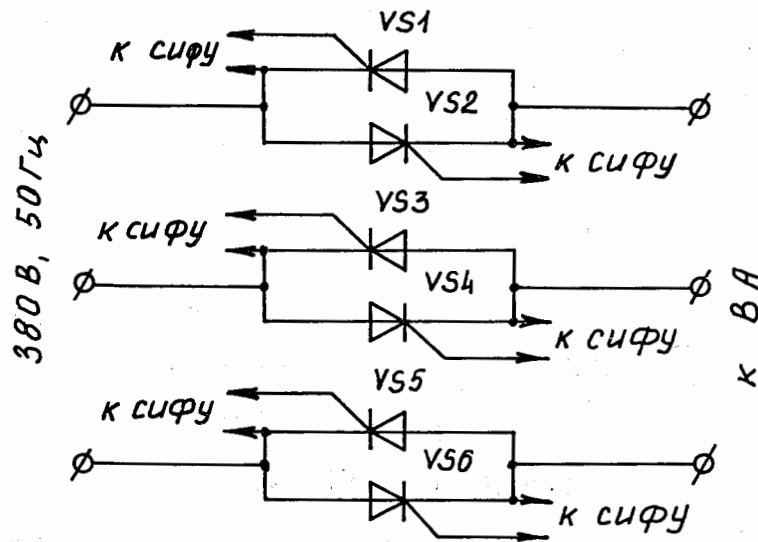


Рис.2. Упрощенная принципиальная электрическая схема трехфазного тиристорного регулятора переменного напряжения.

широкие импульсы управления (ширина импульсов $\sim 60^\circ$). Принципиальная схема одного канала управления показана на рис.3. Здесь реализован принцип "вертикального" управления. Питание ключевого каскада (Т7) осуществляется двухфазным переменным напряжением прямоугольной формы, частота которого ~ 3 кГц (подается на точки "а" и "б" относительно общей шины). Более подробно аналогичная СИФУ описана в работе¹².

Особенностью (и недостатком) фазового регулирования напряжения на первичной стороне силового трансформатора ВА является резкое увеличение потребляемого из сети тока при возникновении по какой-либо причине асимметрии импульсов управления тиристорами. Это может привести к перегрузке тиристоров ТРПН и выходу их из строя. Поэтому при создании силовых преобразователей с фазовым регулированием на первичной стороне необходимо уделять должное внимание средствам защиты тиристоров ТРПН. В выпрямительном агрегате ВАК-12500 имеется электронная система максимальной защиты, которая при соответствующей наладке обеспечивает защиту тиристоров ТРПН при возникновении асимметрии управляющих импульсов.

Выпрямитель на $U_d \text{ ном.} = 12$ В и $I_d \text{ ном.} = 12500$ А состоит из двух выпрямительных схем "прямая и обратная звезды с уравнивающим ре-

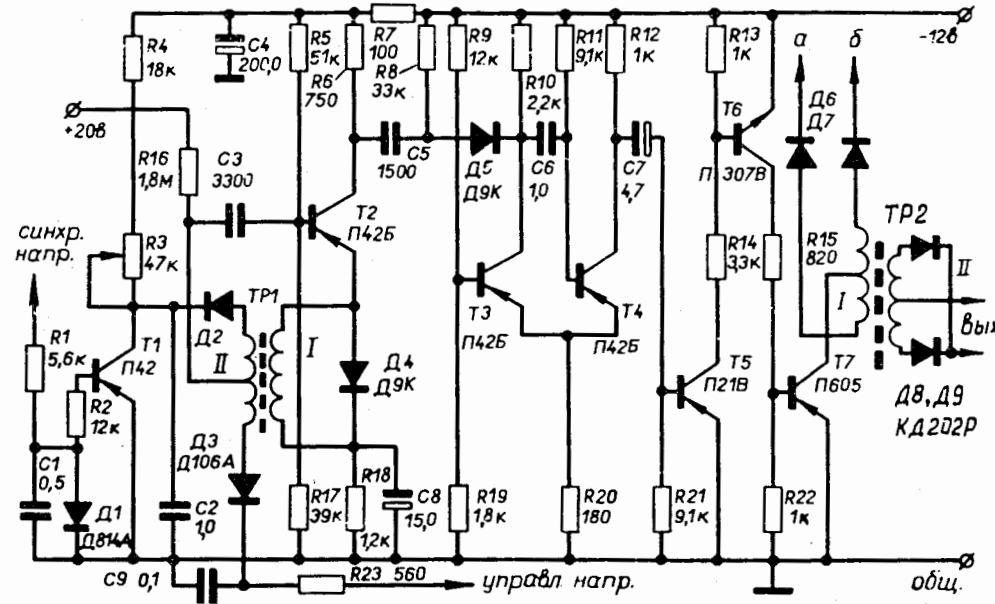


Рис.3. Принципиальная электрическая схема одного канала системы импульсно-фазового управления тиристорами.

актором в нулевой точке”, включенных параллельно на общую нагрузку. Всего выпрямитель имеет 24 силовых диода типа Д134-1000, включенных по два диода параллельно в каждом из плеч выпрямительных схем. Все силовые диоды механически и электрически объединены в четырех вентиляных блоках (по два вентиляных блока на каждую выпрямительную схему). В выпрямителе используется силовой понижающий трансформатор типа ТСЗПУ-500/07Г, выводы вторичных обмоток которого подключены соответствующим образом к вентиляльным блокам.

Конструкция вентиляного блока показана на рис.4. Блок смонтирован на общем стальном основании 13. Поперек основания на расстоянии 140 мм между осями укладываются швеллера жесткости 12, сверху накладывается изолирующая текстолитовая плита 11, которая стягивается с основанием болтами 14. На изолирующей текстолитовой плите укладываются анодные шины 1, на шины укладываются нижние охладители штифтами в отверстия шин, сверху охладителей свинцовая прокладка 15, потом силовой диод 9, опять свинцовая прокладка 15 и верхний охладитель 8. Штифт верхнего охладителя вставляется в накладываемую сверху катодную шину 2, потом устанавливается текстолитовая изолирующая шайба 7, на нее надевается фигурная стальная шайба 6. На два собранных столбца параллельно включенных в фазу силовых диодов накладывается траверса 5 и сборка стягивается с помощью стальных болтов 3. Таким образом на основании 13 собираются три комплекта пар диодов. Требуемое прижимное усилие при сборке диодов с охладителями обеспечивается соответствующей затяжкой болтов 3 с помощью динамометрического ключа.

В модернизированном источнике тока без каких-либо изменений используются пассивный и активный фильтры¹¹. Измерительное устройство ИУУ, как и описанное в¹¹, содержит основной блок (используемый в модернизированном источнике без изменений) и согласующий каскад, принципиальная схема которого приведена на рис.5.

В рассматриваемом стабилизаторе используется магнитомодуляционный датчик постоянного тока на 12,5 кА, описанный в работе¹³. Эталонный резистор ($R_{ЭТ}$) датчика тока помещен в термостат основного блока ИУУ.

Блок связи БС, принципиальная схема которого приведена на рис.6, обеспечивает связь СИФУ с электронной системой максимальной защиты, с переменным резистором плавного подъема тока в нагрузке, а также с ИУУ.

Транзисторы VT2, VT3 и VT4 работают в режиме эмиттерных повторителей с общей нагрузкой R7, падение напряжения на которой является выходным напряжением блока связи. Это отрицательное напря-

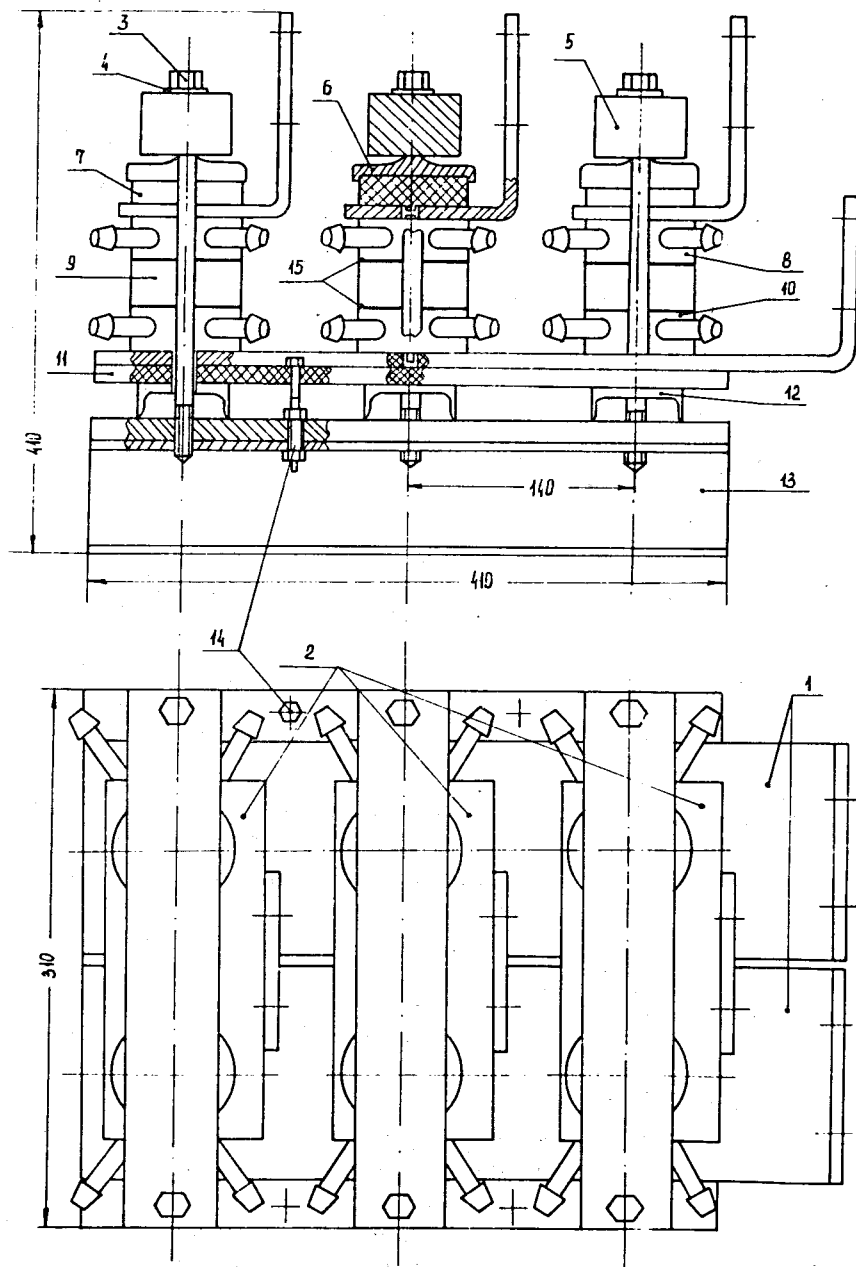


Рис.4. Конструкция вентиляного блока.

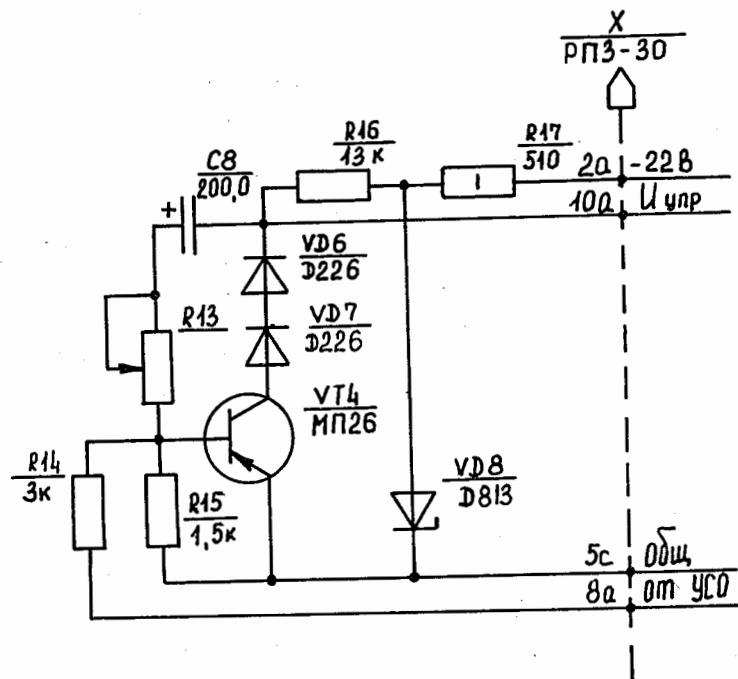


Рис.5. Принципиальная электрическая схема согласующего каскада.

жение через контакт 7а подается на вход СИФУ. Из трех напряжений, приходящих на базы VT2, VT3 и VT4, на выход БС передается самое отрицательное из них. Так, при подаче на базу VT1 (через контакт 6а) напряжения +24 В (например, при срабатывании системы максимальной защиты) на базе VT2 будет отрицательное напряжение, значение которого определяется напряжением питания и параметрами делителя R4, R6. При соответствующем выборе этих параметров напряжение на базе VT2 будет самым отрицательным, обеспечивающим сдвиг вырабатываемых СИФУ импульсов управления в область запирающего тиристора, то есть запирающее ТРПН. При нормальной работе стабилизатора самым отрицательным будет напряжение на базе VT3 (поступает через контакт 7с от ИУУ), при его изменении обеспечивается регулирование угла управления ТРПН в диапазоне от α_{min} до α_{max} .

Модернизированный стабилизированный источник тока удовлетворяет требованиям к источнику для питания основной обмотки ЖТК, которые сформулированы в работе¹¹. В марте 1991 г. источник введен в опытную эксплуатацию на фазотроне ОИЯИ.

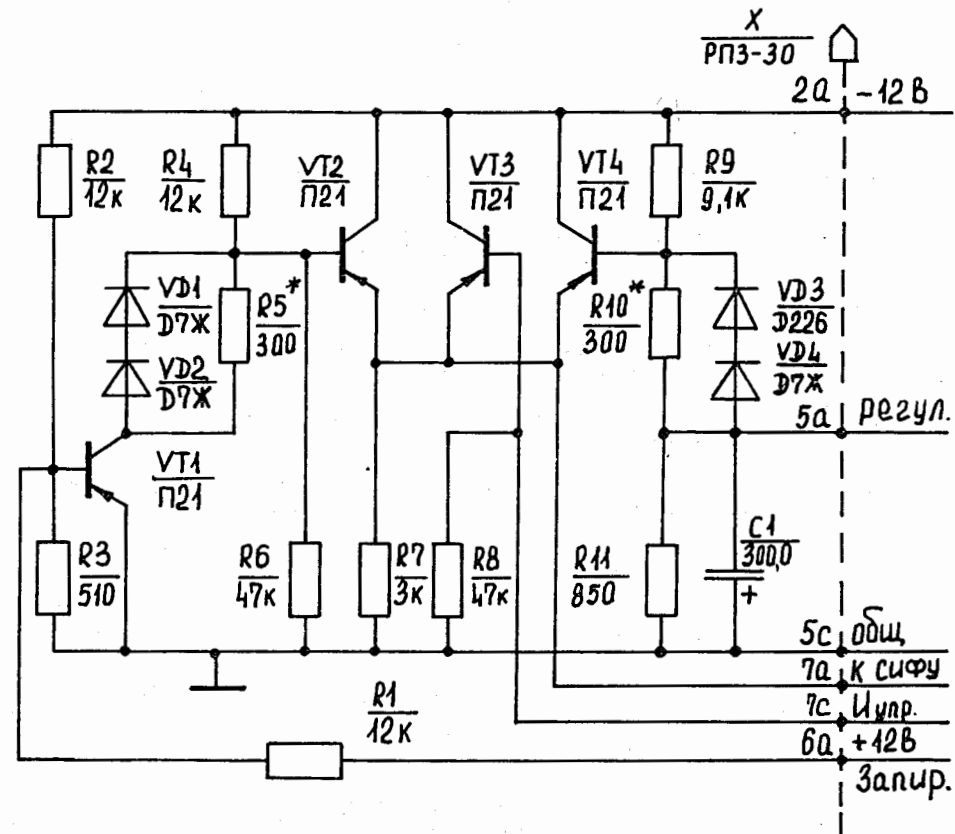


Рис.6. Принципиальная электрическая схема блока связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахманов В.В. и др. — Сообщение ОИЯИ, Р13-90-420, Дубна, 1990.
2. Денисов Ю.Н. и др. — Сообщение ОИЯИ, 13-8420, Дубна, 1974.
3. Батманова Э.К. и др. — Сообщение ОИЯИ, Р13-90-582, Дубна, 1990.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 июня 1991 года.