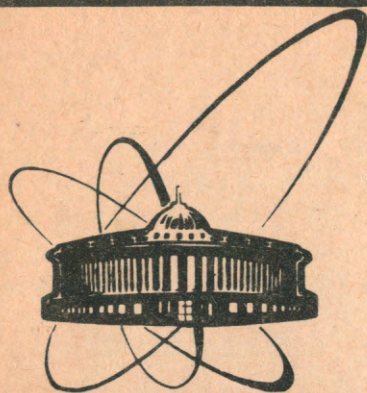


89-458



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

Б 912

P13-89-458

Н.Т.Буриев\*, В.И.Каплин, А.Д.Коваленко,  
А.Г.Мурызин

УСТРОЙСТВО ЗАРЯДА  
ЕМКОСТНОГО НАКОПИТЕЛЯ  
УСТАНОВКИ "СЛОН"

---

\*Таджикский государственный университет  
им.В.И.Ленина, Душанбе

1989

Буриев Н.Т. и др.

P13-89-458

Устройство заряда емкостного накопителя  
установки СЛОН

Описано устройство заряда емкостного накопителя энергоемкостью 3,2 МДж с высокими равномерностью зарядного тока и КПД. Использование фазоимпульсного метода управления 3-фазным тиристорным выпрямителем в сочетании с одноканальной системой управления, когда угол включения каждой пары тиристорov формируется одним и тем же устройством фазового сдвига с последующим распределением импульсов по парам тиристорov, позволило достичь симметрии управляющих импульсов  $0,1^\circ$  во всем диапазоне угла регулировки ( $0 \div \pi/2$ ).

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1989

Перевод Н.С.Журавлевой

Buriev N.T. et al.

P13-89-458

Charge Device at the Setup SLON

The charge device with the energy capacity bank of 3.2 MJ with high uniformity of the charge current and efficiency is described. The use of the phase-pulse control method of the 3-phase thyristor rectifier in conjunction with the one-channel control system made it possible to achieve the symmetry of master pulses  $0.1^\circ$  over the whole region of the regulating angle ( $0 + \pi/2$ ) when the angle of the inclusion of each thyristor pair is formed by the same device of the phase shift with the following pulse distribution in thyristor pairs.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1989

Системы сильноточной импульсной техники требуют создания мощных емкостных накопителей (НЭ) с эффективно действующими зарядными устройствами (ЗУ). В Лаборатории высоких энергий введена в действие установка, предназначенная для облучения ядерных фотоэмульсий в сильном магнитном поле<sup>11</sup>. Существенным элементом этой установки, названной СЛОН, является ЗУ, которое разработано с учетом следующих требований:

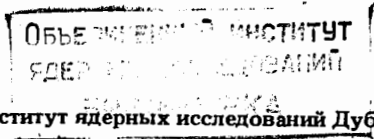
- возможности выбора рабочего напряжения НЭ в диапазоне от 0 до  $U_{max}$ ;
- развязки секций НЭ;
- помехоустойчивости, надежности в эксплуатации;
- равномерности загрузки питающей сети по фазам;
- высокого КПД устройства в целом;
- времени заряда НЭ не более 30 с при удвоенной емкости батареи (3,2 МДж).

ЗУ включает следующие устройства:

- силовой трансформатор питания выпрямителя ТСЗ-400/10;
- силовую стойку тиристоров, схем их включения и диодных сборок;
- электронные блоки ЗУ в стойке управления установкой;
- электрические щиты включения, блокировки, защит и индикации.

У силового трансформатора имеются отводы для получения любого (с шагом 300 В до максимального 2500 В) напряжения по всем фазам. Вторичная обмотка тремя кабелями РК50-11-11 соединена с входами а, в, с рис.1 силовой стойки тиристоров. Углы поджига тиристорных сборок анодной и катодной группы формируются специальным устройством, которое, в свою очередь, управляется линейно изменяющимся управляющим напряжением. Такое устройство позволяет:

- 1) формировать за период питающей сети, для каждой пары тиристоров, импульсы, гальванически развязанные и следующие друг за другом через  $\pi/3$  с фронтом каждого импульса 1 мкс и длительностью 100 мкс;
- 2) получать угол регулирования  $0 \div \pi/2$  при изменении управляющего сигнала  $10 \div 1В$  с возможностью фиксации на любом уровне;
- 3) достигать неустойчивости зарядного тока, не превышающей неустойчивость питающего напряжения при токе в виде полусинусоиды длительностью  $1,5 \div 3$  мс (без уравнительного реактора);



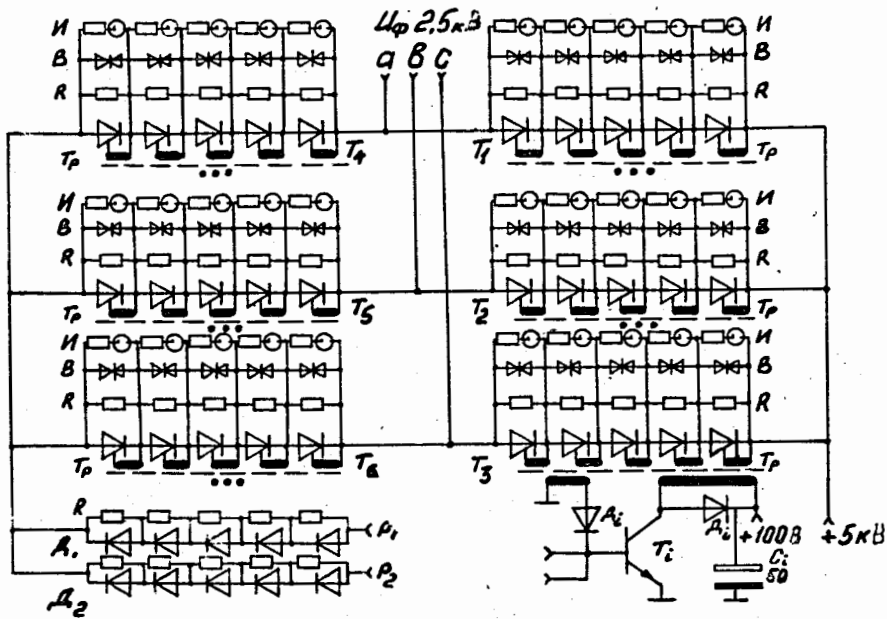


Рис.1. Принципиальная схема силовой сборки управляемого выпрямителя.  $T_1 \div T_6$  — столбы из пяти тиристоров Т-500-14; Р — выравнивающие сопротивления ТВО-20-100к, В — симметричные ограничители КСОН-10, И — цепи индикации исправности тиристоров;  $D_1, D_2$  — диодные сборки цепей разветвления зарядного тока;  $T_1$  — транзистор КТ812 блокинг-генератора запуска столба тиристоров;  $D_1$  — диоды КД103; ТР — трансформатор  $\Phi$  110x60x20, МН1000,  $W = 200 + 20x6$ ;  $C_1$  — конденсатор 50 мкФ x 300 В.

4) запирают ЗУ управляющим сигналом и снимают импульсы запуска с тиристоров на время формирования мощного разрядного импульса установки, приводящего к значительным помехам в зоне ЗУ.

Описываемая система управления является одноканальной, т.е. угол управления для каждой фазы выпрямителя формируется одним и тем же устройством фазового сдвига с последующим распределением управляющих сигналов по каналам усиления и формирования. Этим достигнута высокая симметрия управляющих импульсов, не зависящая от точности настройки цепей задержек и составляющая  $0,1^\circ$ .

В качестве синхронизирующего устройства применен многообмоточный трансформатор, первичная обмотка которого подключается в цепь переменного трехфазного тока, а со вторичных снимается синхронизирующее ( $\sim 6$  В) переменное напряжение — эпюра "0" на рис.2. При этом искажения формы напряжения, нарушающие симметрию

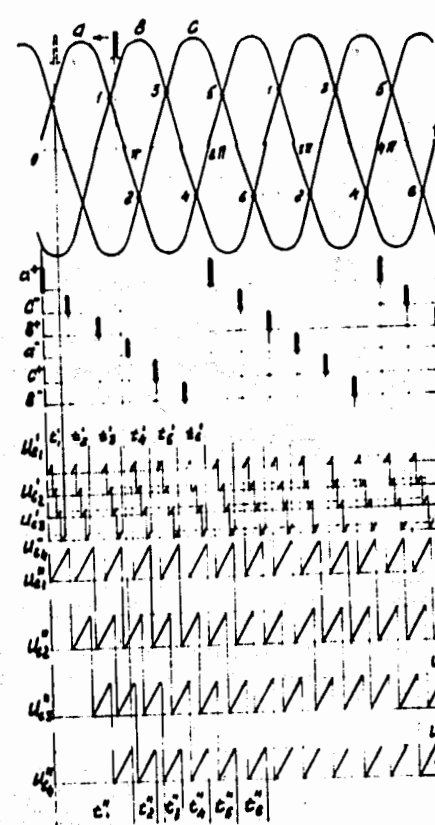


Рис.2. Временные диаграммы импульсов устройства управления выпрямителем.

выходных импульсов, устраняются включением однозвенного RC-фильтра, выделяющего только основную гармонику питающего напряжения. Фильтр осуществляет и фазовый сдвиг напряжения на угол  $30^\circ$ , поэтому для достижения идентичности фазочастотных характеристик параметры элементов фильтра подобраны с разбросом  $\pm 1\%$ .

В результате компарации сигналов усилителями  $O_1, O_2, O_3$ , дифференцирования и формирования получаются шесть за период синхримпульсов  $a^+, c^-, b^+, a^-, c^+, b^-$  (рис.2). Фазосдвигающее устройство выполнено на четырех компараторах —  $O_4, O_5, O_6, O_7$ , работающих последовательно следующим образом (рис.3). Синхримпульс  $a^+$  опрокидывает верхний триггер М горизонтальной линейки триггеров,

что приводит к формированию положительного импульса с инвертора К и росту напряжения  $U_{c1}$  на времязадающем конденсаторе компаратора  $O_4$ . По достижении напряжением  $U_{c1}$  значения управляющего напряжения, например  $U_0$ , формируется сигнал сброса на всю вертикальную линейку триггеров, что после дифференцирования и формирования приводит к переключению второго триггера М верхней линейки и процессу формирования второго временного интервала с помощью емкости компаратора  $O_5$ . Информация последовательно переместится до четвертого триггера горизонтальной линейки и, таким образом, произойдет суммирование четырех временных интервалов, сформируется интервал  $t'_1$  (рис.2).

Импульс поступит в схему усилителя-формирователя запуска тиристоров  $T_1; T_5$  через инвертор Д и может быть перекрыт сигналом "Запрет" с соответствующих устройств защит и датчиков аварийных режимов ЗУ. Аналогично синхримпульс  $c^-$  является начальным для формирования интервала  $t'_1 + t'_2$  по второй горизонтальной линейке

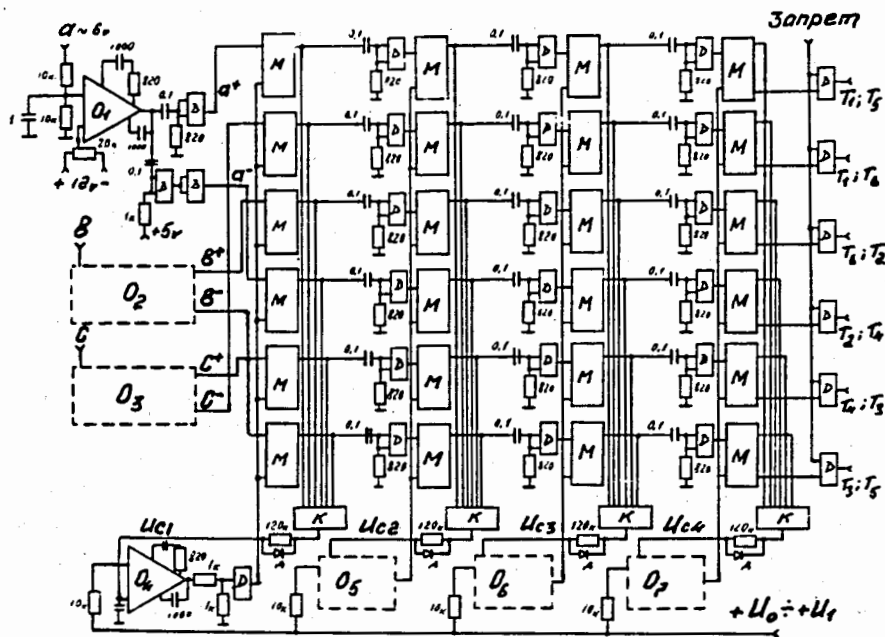


Рис.3. Принципиальная схема устройства управления выпрямителем  $O_1 \div O_7$  — К1УТ531; D — 1ЛБ553; K — 1ЛБ552; M — 1ТК552.

на пару тиристоров  $T_1; T_6$ . При управляющем напряжении  $U_0$  суммарный интервал задержек максимальный и при подаче импульса поджига, например, на пару  $T_1; T_5$  в момент "узла" фазных напряжений "а" и "b" — точка 1 — в зарядной цепи тока не возникнет, так как напряжение между анодом тиристора  $T_1$  и катодом тиристора  $T_5$  равно нулю. Но при уменьшении управляющего напряжения последовательно уменьшаются все временные интервалы, и при определенном линейном напряжении  $U_{\text{дав}}$  произойдет прямое включение его на НЭ через разделительные сборки  $D_1; D_2$ . Зарядный ток при этом ограничивается разностью мгновенного линейного напряжения данной пары тиристорov и напряжения НЭ и, конечно, комплексным сопротивлением зарядной цепи. Преобладающее значение здесь имеет индуктивность трансформатора. Так, при частоте 300 Гц происходит включение соответствующих пар тиристорov по программе линейно спадающего управляющего напряжения.

ЗУ рассчитано на рабочее напряжение 5 кВ, поэтому предусмотрены меры для защиты неидентичных по параметрам серийных тиристорov и диодов 12 ÷ 15 класса от перенапряжений (рис.1). Кроме выравнивающих сопротивлений R, включены симметричные ограничители напря-

жения (КСОН) 10-го класса, способные коммутировать энергию до 10 Дж. Индикация состояния тиристорov в рабочем режиме осуществляется по свечению неоновых ламп И. Уменьшение яркости свечения лампочек указывает на выход из строя соответствующего элемента выпрямителя. Каждое из шести плеч два раза за период включается своим блокинг-генератором  $T_i$ , обеспечивающим формирование пяти синхронных, гальванически развязанных импульсов с фронтом 2 мкс и амплитудой тока 2 А.

ЗУ, разработанное и изготовленное в ЛВЭ, надежно работает с 1988 года. Без существенных переделок цикл заряда может быть сокращен в несколько раз при сохранении всех свойств устройства, описанных выше.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буриев Н.Т. и др. — Сообщение ОИЯИ Р13-86-492, Дубна, 1986.
2. Беркович Е.И. и др. — Полупроводниковые выпрямители. М.: Энергия, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел  
21 июня 1989 года.