

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ԳՐԱԿԱՆ ԶԱՆՈՐԴՈՒՄ НАУЧНОЕ СООБЩЕНИЕ

ЕФИ—181(27)-(76)

547706536

С.К.ЕСИН, Н.А.ЗАПОЛЬСКИЙ, В.И.КОВАЛЕНКО.

А.А.МАРКАРЬЯН

НОВЫЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ ИМПУЛЬСОВ ТОКА В СИСТЕМЕ
ВЫВОДА ЧАСТИЦ ИЗ ЕРЕВАНСКОГО СИНХРОТРОНА

ԱՐՄՍ

ԵՐԵՎԱՆ

1976



ԵՐԵՎԱՆ

Scientific Report EQM-151(27)-(76)

S.K. YESHJN, N. A. ZAPOLSKII,

V.I. KOVALENKO, A.A. MARKARIAN

NEW CURRENT PULSER IN BEAM EXTRACTION
SYSTEM OF YEREVAN SYNCHROTRON

Pulse-forming network generating powerful current pulses with a smooth tuning of their shape in the millisecond range is described. The network is used in the system of distortion (bump) of the equilibrium orbit for smooth spill of γ -rays at Yerevan synchrotron. This new pulser enables the time to be saved considerably during the spill tuning making the adjustment of a lumped line needless at energies of 1.0 to 5.0 GeV. The operator changes a shape of current in the backleg windings by tuning of the triggering pulse delay at the charging OCRs. Smooth spill of the photons has been achieved for periods up to 3 msec.

Yerevan Physics Institute

Yerevan, 1976

УДК 621.8.617/624

Научное сообщение ЕФИ-181(27)-(76)

С.К.ЕСИН, Н.А.ЗАПОЛЬСКИЙ,
В.И.КОВАЛЕНКО, А.А.МАРКАРЬЯН

**НОВЫЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ ИМПУЛЬСОВ ТОКА В
СИСТЕМЕ ВЫВОДА ЧАСТИЦ ИЗ ЕРЕВАНСКОГО
СИНХРОТРОНА**

Описана схема формирователя импульсов, вырабатывающая мощные импульсы тока с плавной регулировкой их формы в миллисекундном диапазоне длительностей. Схема используется в системе возмущения равновесной орбиты (бамп) для равномерного вывода гамма-пучков на Ереванском синхротроне. Новый формирователь даёт возможность во время настройки вывода значительно экономить время, делая излишней подгонку элементов формирующей линии в диапазоне энергий от 1,0 до 5,0 Гэв. Оператор изменяет форму тока в выводных обмотках, регулируя задержку импульсов управления на зарядных тиристорах. Получен равномерный вывод фотонов длительностью до 3 мсек.

Ереванский физический институт
Ереван 1976

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Научное сообщение ЕФИ-181(27)-(76)

С.К.ЕСИН, Н.А. ЗАПОЛЬСКИЙ ,
В.И.КОВАЛЕНКО , А.А. МАРКАРЬЯН

НОВЫЙ ФОРМИРОВАТЕЛЬ ИМПУЛЬСОВ ТОКА В
СИСТЕМЕ ВЫВОДА ЧАСТИЦ ИЗ ЕРЕВАНСКОГО
СИНХРОТРОНА

Ереван 1976

© *Ереванский физический институт, 1976*

Для равномерной загрузки пучком экспериментальных установок со счетной методикой и улучшения условий отбора полезных событий, необходим медленный и равномерный вывод частиц из ускорителя.

На Ереванском синхротроне была модернизирована система локального возмущения орбиты, которая обеспечивала равномерный вывод гамма-квантов при энергии ускоренных электронов 2 Гэв [1]. Однако при изменении энергии ускоренных частиц надо было заново подбирать элементы, использованные в схеме формирующей линии, чтобы обеспечить в дополнительных обмотках кольцевого магнита необходимую для такого вывода форму тока. Этот недостаток, типичный для формирующих схем сильноточной электроники, приводил к тому, что при переходе на другую энергию ускоренных частиц для настройки равномерного вывода требовалось слишком много времени.

Дело в том, что для равномерного наведения ускоренных электронов на мишень форма тока в системе локального возмущения орбиты должна быть увязана с функцией распределения электронов по амплитудам радиально-фазовых колебаний. Возмущение орбиты ΔH , пропорциональное току в дополнительных обмотках, приводит к уменьшению расстояния между неподвижной мишенью и циркулирующими электронами

$$\Delta R/R = -\alpha \Delta H/H$$

На рис .1 приведено построение, показывающее необходимый закон изменения ΔH (кривая 4) при гауссовском распределении электронов по амплитудам R -колебаний (кривая 1). Здесь $N_{\text{орб}}$ - число частиц на орбите с амплитудой колебаний R , $N_{\text{выб}}$ (кривая 2) - число частиц, проваимодействовавших с мишенью в момент времени t , $\frac{dN_{\text{выб}}}{dt}$ (кривая 5) - скорость изменения интенсивности циркулирующего пучка в течение вывода гамма-пучка. Наклон кривой 2 определяется необходимой длительностью растяжки. Кривая 3 показывает, как во время медленного вывода должно изменяться расстояние между центром ускоренного пучка и мишенью ускорителя. Кривая 4 является повернутым зеркальным отражением кривой 3 и представляет собой фактически искомую форму тока в обмотках системы вывода. Принцип построения ясен из рисунка.

Однако использование закона Гаусса в чистом виде при описании распределения электронов по амплитудам R -колебаний является приближенным представлением реального процесса, так как отклонение электронов от равновесной орбиты не является результатом действия только случайных причин. В действительности функция распределения более сложная и согласно имеющимся данным по другим ускорителям [2-5] представляет собой функцию, близкую к релеевской. Она зависит в первую очередь от условий инжекции, от условий перехода от бетатронного к синхротронному режиму, от того, где находится и как движется по клетке частот рабочая точка ускорителя во время ускорения и так далее. Кроме того, в современных электронных синхротронах с жесткой фокусировкой синхротронное излучение приводит к значительной раскачке радиальных бетатронных колебаний. В Ереванском синхротроне раскачка этих колебаний

квантовыми флуктуациями излучения становится особенно осязаемой при энергиях выше 4 Гэв. Преобладающее влияние процессов излучения на динамику циркулирующих электронов при этих энергиях также накладывает определенные условия на функцию распределения.

Целью настоящей работы было создание такого формирователя в системе вывода, который позволял бы плавно и оперативно регулировать форму импульсов тока в выводных обмотках с тем, чтобы получать равномерный вывод гамма-квантов при любой энергии электронов независимо от того, какая именно функция распределения имеет место в данном режиме.

Принципиальная схема нового формирователя [6] приведена на рис.2. Схема питается от резонансного контура ускорителя и включает в себя: однофазный автотрансформатор АТ с электроприводом для регулирования анодного напряжения на зарядных тиристорах $T_1 - T_3$; анодный трансформатор Тр; сосредоточенные элементы формирующей линии - дроссели $D_{p1,2}$ и конденсаторы $C_1 - C_3$; разделяющие диоды $D_1 - D_3$; зарядный дроссель D_{pz} ; разрядный тиристор T_{pz} и измерительный шунт Ш. Нагрузкой служат дополнительные обмотки кольцевого электромагнита.

Формирователь работает следующим образом. Импульсы управления от системы синхронизации поступают на управляющие электроды зарядных тиристоров в такой фазе относительно анодного напряжения, чтобы обеспечить необходимый угол включения каждого тиристора. Регулируя обычными методами задержку (фазу) управляющих импульсов на том или ином зарядном тиристоре, можно независимо изменять напряжение на каждой емкостной ветви линии. После заряда в соответствующий момент цикла ускорения на управляющий электрод разрядного тиристора поступает импульс управления, и этот тиристор подключает заряженную линию к нагрузке. Разделяющие диоды предотвращают выравнивание потенциалов на ем-

костях линии в период заряда, а также не допускают взаимного подзаряда этих ёмкостей в момент разряда формирующей линии на нагрузку.

При одинаковом напряжении на конденсаторах линии они разряжаются на нагрузку в порядке, определяемом последовательным возрастанием постоянной времени разряда из-за увеличивающейся индуктивности разрядной цепи. При разном напряжении на ёмкостных ветвях линии из-за наличия диодов $D_1 - D_3$ последовательность разряда конденсаторов линии определяется, во-первых, соотношением напряжений, до которых они были заряжены, и, во-вторых, параметрами цепи разряда. Независимо регулируя зарядное напряжение на каждой ёмкостной ветви линии, можно плавно изменять форму и длительность импульса тока в нагрузке. Амплитуда тока в нагрузке регулируется автотрансформатором АТ, а также одновременной общей сдвижкой по фазе управляющих импульсов на зарядных тиристорах.

Новая схема обеспечивает формирование в индуктивной нагрузке импульсов тока амплитудой до 100 а при напряжении 1000 в в миллисекундном диапазоне длительностей. Выбранные параметры формирующей линии дают возможность без переключения её элементов получать равномерный вывод гамма-квантов в диапазоне энергий ускоренных электронов от 1 до 5 Гэв.

На верхней осциллограмме рис.3 приводится импульс выведенного гамма-пучка от сцинтилляционного датчика, установленного в поле рассеянного излучения пучка. Видна равномерная растяжка пучка длительностью до 3 мсек ; при этом максимальная энергия ускоренного пучка равнялась 4,5 Гэв. На нижней осциллограмме показан импульс тока в дополнительных обмотках при таком выводе.

В заключение авторы выражают благодарность инженеру Гишян С.А. за помощь в сборке новой схемы.

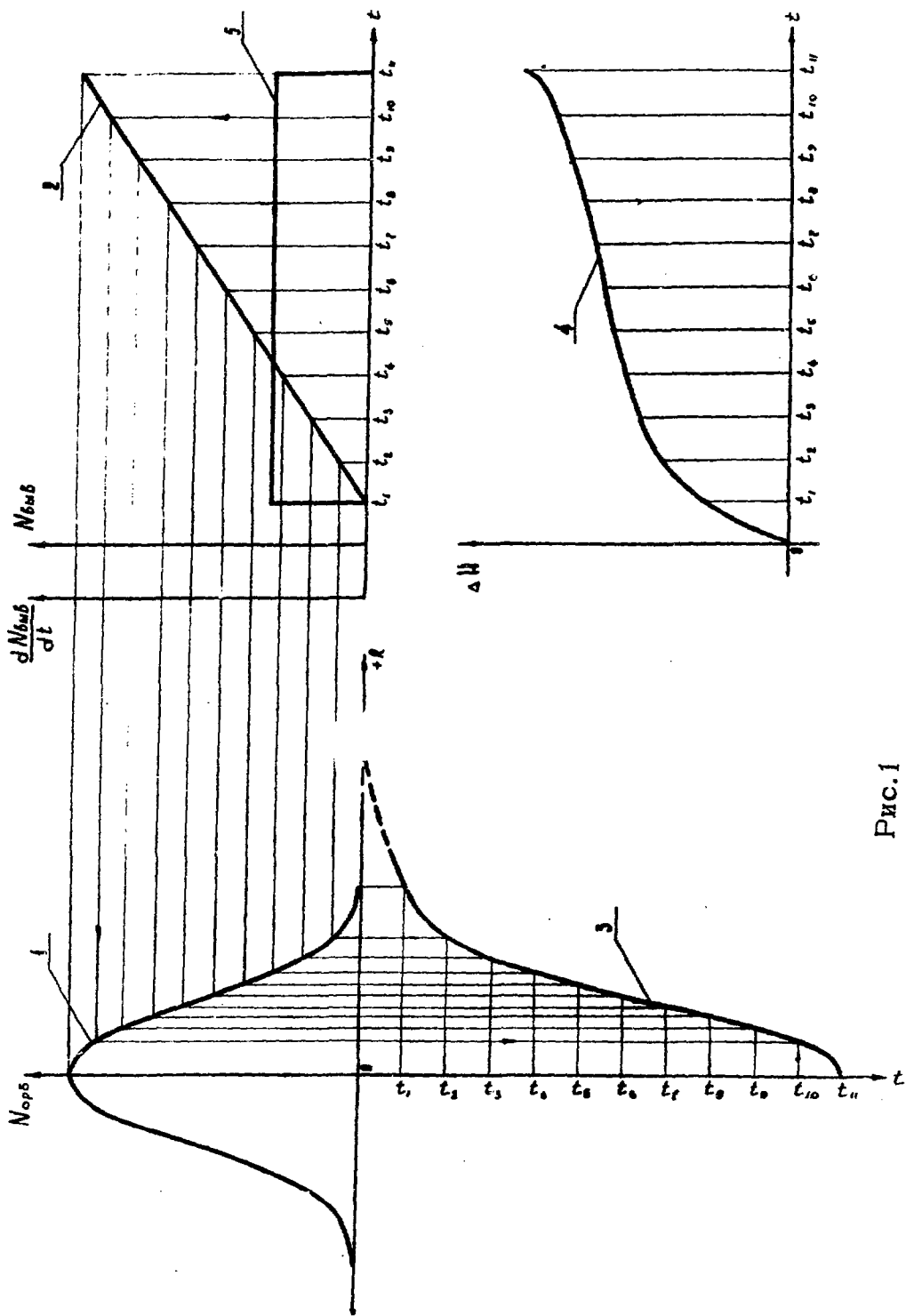


Рис.1

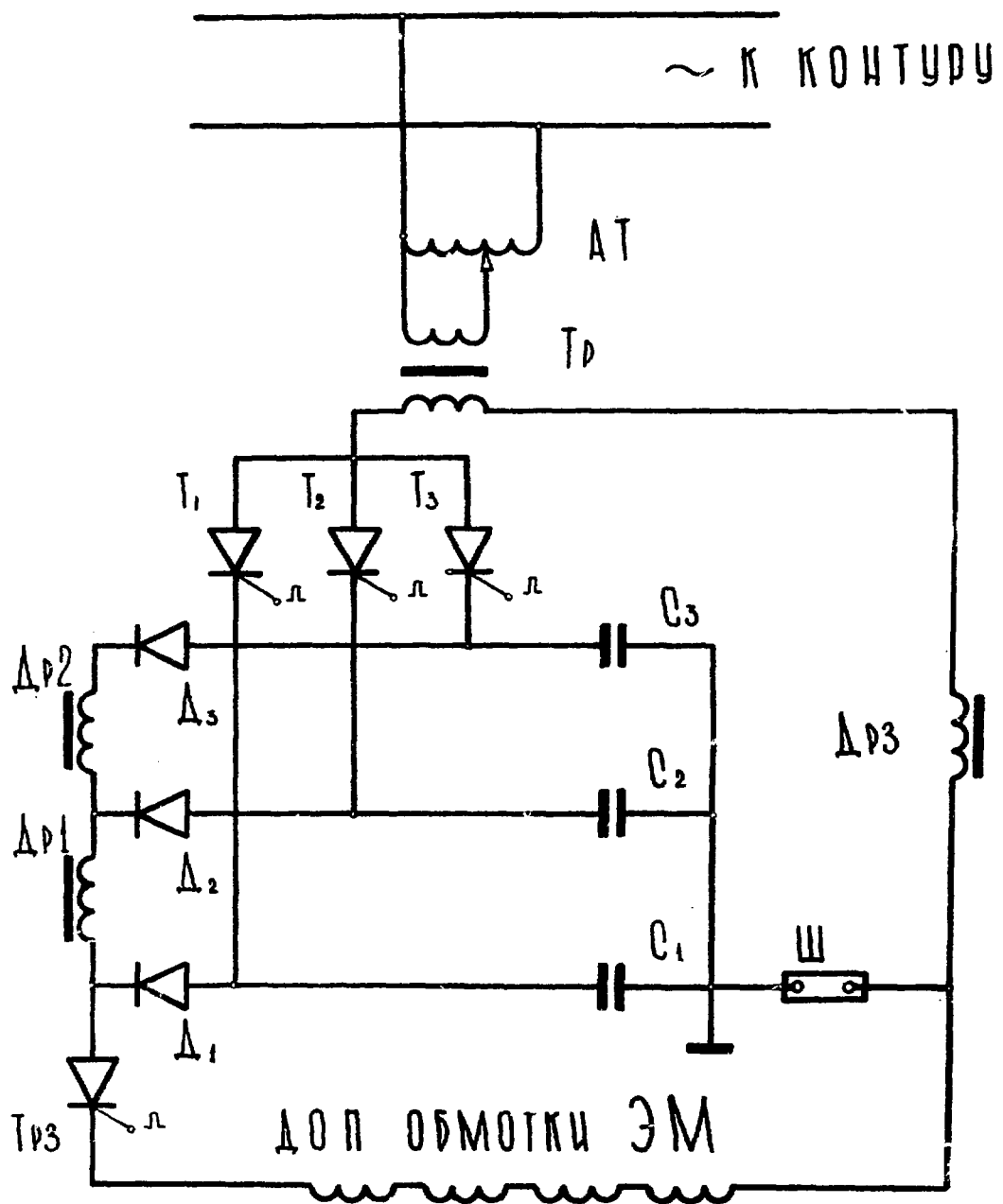


Рис.2

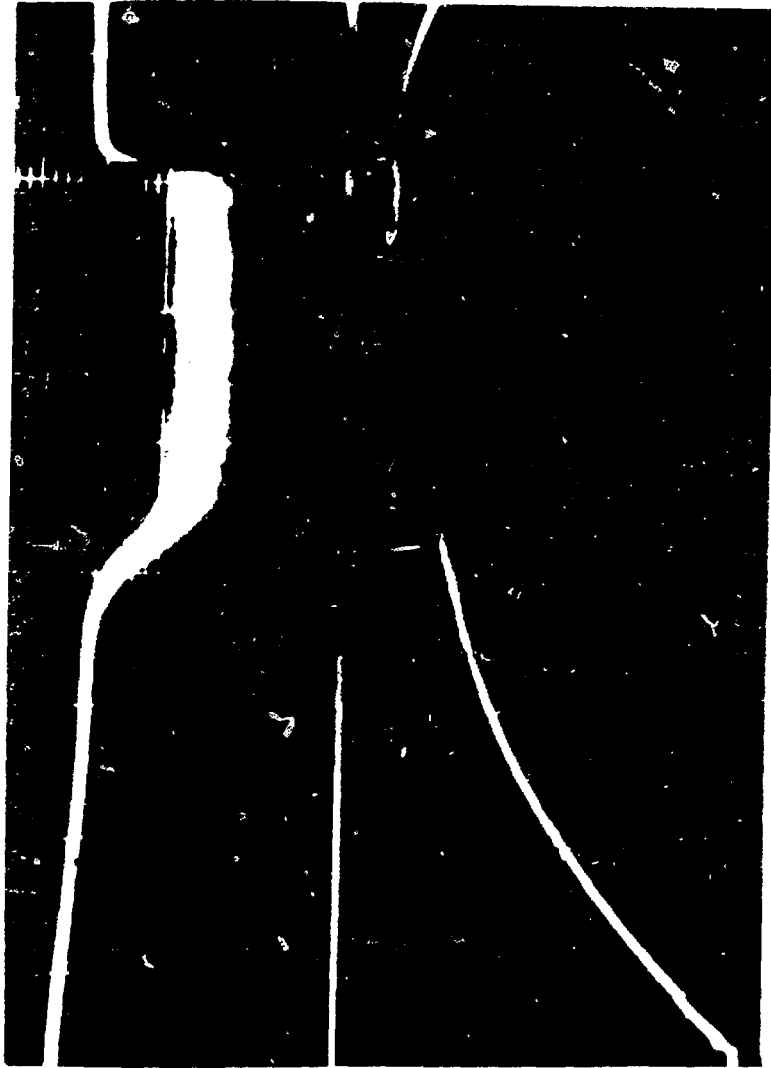


Рис.3

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 - Построение необходимой формы тока в системе равномерного вывода гамма-пучков при гауссовском распределении ускоренных электронов по амплитудам \mathcal{K} -колебаний.

Рис.2 - Принципиальная схема нового формирователя импульсов тока в системе вывода Ереванского синхротрона.

Рис.3 - Осциллограммы импульсов выведенного пучка (верхняя) и тока в обмотках системы вывода (нижняя). Скорость развертки - 1 мсек/дел.

ЛИТЕРАТУРА

1. С.К.Есин, В.И.Коваленко, А.А.Маркарьян. Труды Третьего Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, П, 133, М., "Наука", 1973; ПТЭ, 4, 20, 1973.
2. В.И.Котов, Л.Л.Собсович. ПТЭ, 6, 19, 1957.
3. Г.С.Казанский и др. ПТЭ, 5, 19, 1962.
4. А.Б.Кузнецов, К.П.Мызников. АЭ, 12, вып. 5, 373, 1962.
5. В.И.Гридасов и др. АЭ, 30, вып.3, 226, 1971.
6. С.К.Есин, В.И.Коваленко, А.А.Маркарьян. Авторское свидетельство 426310, Бюллетень изобретений и открытий, 16, 150, 1974.

Рукопись поступила 8-го апреля 1976г.



Редактор Л.П.Мукаян
Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 569 ВФ_00217 Тираж 299
Подписано к печати 5/У1-76г. Формат издания 30x40
0,5 уч.изд.л. Ц. 4 к.

Отпечагано на ротапринте
Ереванского физического института, Ереван 36 ,пер. Мар-
каряна