

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-460(2)-81

Н.А.ЗАПОЛЬСКИЙ, В.И.КОВАЛЕНКО
А.А.МАРКАРЬЯН, В.Ц.НИКОГОСЯН, Х.А.СИМОНЯН
А.Р.ТУМАНЯН

НЕКОТОРЫЕ СХЕМЫ ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОГО
ВЫВОДА ГАММА-ПУЧКОВ ПО ДВУМ КАНАЛАМ

ԵՐԵՎԱՆ 1981 ԵՐԵՎԱՆ

УДК.621.384.663

Н.А.ЗАПОЛЬСКИЙ, В.И.КОВАЛЕНКО, А.А.МАРКАРЬЯН,
В.Ц.НИКОГОСЯН, Х.А.СИМОНЯН, А.Р.ТУМАНЯН

НЕКОТОРЫЕ СХЕМЫ ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОГО ВЫВОДА
ГАММА-ПУЧКОВ ПО ДВУМ КАНАЛАМ

Описываются некоторые разработанные схемы возмущения магнитного поля синхротрона со структурой типа ФФДОД для одновременного, в каждом цикле ускорения, наведения циркулирующего пучка на две мишени, расположенные в соседних фокусирующих прямолинейных промежутках ускорителя. Схемы, разработанные для различных режимов работы выводных каналов вторичных пучков синхротрона, отличаются сравнительно малой мощностью потребления электроэнергии и удобными эксплуатационными характеристиками.

Ереванский физический институт
Ереван 1981

N.I.KOVALENKO, A.A.MARKARIAN, V.Ts.NIKOGOSIAN,
Kh.A.SIMONIAN, A.R.TUMANIAN, N.A.ZAIOLSKI

SOME CIRCUITS FOR TWO-CHANNEL
SIMULTANEOUS EXTRACTION OF GAMMA RAYS

Some circuits of magnetic field perturbation of POFDOD type synchrotron for simultaneous, in each acceleration cycle, guidance of circulating beam onto two targets in neighbouring focusing straight sections of the accelerator are described. The circuits, developed for various working regimes of the ejection channels of the synchrotron secondary beams, are distinguished by relatively low consumption of electrical power and convenient operational characteristics.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1981

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

БМ-460(2)-81

Н.А.ЗАКОЛЬСКИЙ, В.И.КОВАЛЕНКО, А.А.МАРКАРЬЯН,
В.Ц.НИКОГОСЯН, Х.А.СИМОНЯН, А.Р.ТУМАНЯН

НЕКОТОРЫЕ СХЕМЫ ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОГО ВЫВОДА
ГАММА-ЛУЧКОВ ПО ДВУМ КАНАЛАМ

Ереван 1981

© *Ереванский физический институт, 1981*

В работах [1,2,3] были рассмотрены схемы локального радиального наведения ускоренного пучка по двум-трем внутренним мишеням синхротрона, с магнитной системой типа ФФДОД, для обеспечения одновременного вывода частиц по нескольким гамма-каналам. Схемы основаны на принципе возмущения - типа "бип/бамп" - магнитного поля ускорителя.

В отличие от "традиционных" схем (при расположении возмущенных блоков на расстоянии $\lambda/2$ длины) эти схемы, так называемые "идеальные бампы", обеспечивают невозмущенность орбиты на большей части кольца. Однако, реализация этих схем вызывает ряд практических трудностей.

Основной из этих трудностей является синхронное поддержание различных значений возмущений в соответствующих блоках электромагнита в течение процесса вывода γ -пучков при обеспечении равномерного сброса пучка на внутренние мишени.

Кроме того, для обеспечения отклонения ускоренного пучка на две внутренние мишени, требуется несколько отдельных систем питания дополнительных обмоток блоков, из которых некоторые должны обладать достаточной мощностью.

В связи с этим, в настоящей работе рассмотрены возможности усовершенствования схем работ [1,2,3] с целью увеличения их практической применимости и предложены некоторые новые схемы двухпикового "бампа" для наведения пучка на мишени.

Одной из возможностей уменьшения количества источников питания, создающих малые возмущения, является последовательное соединение дополнительных обмоток возмущенных блоков, при котором необходимое значение возмущения обеспечивается количеством витков обмоток. В этом случае практически устраняется возможность относительной регулировки малых значений возмущений по отношению к большим возмущениям вследствие жесткой схемной взаимосвязанности. При этом подбор значений малых возмущений с помощью количества витков обмоток можно осуществить с точностью до одного витка, намотанного на пакет, что приводит, например, для Бреванского синхротрона, в котором блоки состоят из 12 пакетов с дополнительными обмотками из 16 витков, намотанных на весь блок, к погрешности подбора значения возмущений, не превышающей $\sim 1\%$.

На рис. I приведена схема двухпикового идеального бампа, которая является улучшением схемы 2 работы [2] с обеспечением возможности регулирования значения второго пика относительно первого путем добавления еще одного блока. В этой схеме можно осуществить следующие соединения дополнительных обмоток блоков: № 1 - со вторым, № 3 - с пятым и шестым, а № 4 и № 7 блоки питаются самостоятельно. Таким образом, для питания дополнительных обмоток семи блоков можно обойтись четырьмя системами питания. Необходимые величины возмущения блоков $X = \Delta H / H$ (где ΔH - значение дополнительного возмущения напряженности магнитного

поля в блоке, H - значение напряженности ведущего магнитного поля на равновесной орбите) для нескольких значений величины отклонения второго пика A_2 при постоянном значении величины первого пика, равного 40,5 мм, приведены в таблице и рассчитаны при значении $Q_r = 5,25$.

Таблица

A_1	40,5мм	40,5мм	40,5мм	40,5мм	40,5мм	40,5мм
A_2	42,18мм	43,2мм	44,2мм	45,2мм	46,2мм	47,2мм
X_1	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
X_2	0,34%	0,34%	0,34%	0,34%	0,34%	0,34%
X_3	2,4%	2,5%	2,6%	2,7%	2,8%	2,9%
X_4	2,42%	2,38%	2,35%	2,31%	2,27%	2,23%
X_5	0	-0,04%	-0,09%	-0,13%	-0,17%	-0,22%
X_6	-0,1%	0,003%	0,1%	0,205%	0,3050	0,406%
X_7	3,55%	3,55%	3,55%	3,55%	3,55%	3,55%

При этом необходимо предусмотреть несколько отводов с дополнительными обмотками блоков № 5 и № 6 для возможности дискретного изменения значений возмущений.

Возможность существенного (двукратного - в случае двух мишеней) сокращения количества возмущаемых блоков для создания двухпикового бампа является "использование" компенсационного бампа в качестве рабочего. Обычно компенсационный бамп является

схемной необходимостью в случае, когда компенсация наводимых ЭДС в дополнительных обмотках проводится в блоках кольца ускорителя [1,3], а не на измерительных блоках [2].

Однако, в этом случае необходимо расположить мишени по разные стороны от равновесной орбиты, что потребует соответствующей перестановки на ширину вакуумной камеры ($\sim 8-10$ см) одного из каналов вывода γ -пучка. При этом наведение ускоряемого пучка на этой мишени можно осуществить схемой, приведенной на рис.2, которая является модификацией схемы I работы [2]. Необходимые значения возмущений в блоках для разностороннего и одинакового смещения пучка до 12 мм в местах расположения II и III мишеней имеют следующие величины: в блоке № 1 - (+1,0%), № 3 - (-1,75%), № 4 - (+1,75%), № 7 - (-1,0%). При этом угловое смещение выводимых пучков по отношению к касательной орбиты не превышает 0,01 мрад. Хотя запиткой блоков № 2 и № 6 малыми возмущениями (около 0,01%) можно полностью ликвидировать угловое смещение выводимых пучков, тем не менее это практически нецелесообразно. Для этого варианта потребуется вовсе лишь две системы питания обмоток, что является существенным преимуществом схемы.

Рассмотрим еще одну схему двухпикового одностороннего смещения пучка, но с использованием схем "традиционных" бампов и добавлением некоторой коррекции. Использование старых схем бампов имеет то практическое преимущество, что обычно перед наладкой схемы одновременного вывода пучков, скажем по двум каналам, требуется предварительная отдельная наладка каждого канала вывода по старой схеме для последующего сравнения. Кроме того, "традиционные" бампы имеют некоторое преимущество по отношению

к идеальным, а именно, во-первых, возмущения во всех блоках - всегда одинаковой величины, и во-вторых, расположение компенсационных блоков выбрано так, чтобы вклад от них в точку вывода был одинакового знака с вкладом от основных возмущений, и тем самым, требуемая величина возмущения оказывается значительно меньше той, которая необходима в случае "идеального" одинакового бампа. Поэтому, чтобы уменьшить количество необходимых перекоммутаций объемов блоков при переходе со старых схем одноканального вывода к многопучковому выводу, становится привлекательным сохранение традиционных схем в работе без изменения, а для осуществления одновременного вывода - добавление корректирующих схем. Добавление корректирующих схем обусловлено тем, что при простом включении старых схем одновременно появляются неприемлемо большие углы орбиты пучка в местах расположения мишени, что приводит к невозможности проводки γ -пучков по существующим каналам транспортировки. Такой вариант схем показан на рис.3, где блоки № 12; № 16; № 21 и № 25 используются для смещения (~ 28 мм при 1% возмущения) пучка на II мишень по старой схеме бампа, а блоки № 14, № 18, № 23, № 27 - на третью.

Для коррекции углов, возникающих при включении всех этих блоков создаются дополнительно два трехблочных бампа (без учета компенсирующих блоков), возмущения которых расположены через один блок, имеющие соответственно нумерацию: № 15, № 17, № 19 для II мишени и - № 20, № 22, № 24 - для III мишени. Схемы этих бампов аналогичны схемам коррекции, рассмотренным Коллинзом (см. например [4]). Необходимые значения возмущений в этих блоках при смещении пучка на 28 мм в местах расположения мишеней составляют: $X_1 = 2,203\%$, $X_2 = -0,86\%$, $X_3 = 2,203\%$, $X_4 = 2,38\%$,

$$\chi_5 = -0,93\%, \chi_6 = 2,38\%.$$

Однако, "перекрестным" расположением компенсационных блоков можно уменьшить общее количество возмущенных блоков, используемых для коррекции углов. Такое расположение блоков показано на рис.3 где видно, что возмущение блока № 15 зануляется из-за расположения на нем взаимно уничтожаемых возмущений χ_1 и $(-\chi_3)$, также самое имеет место и для блока № 24.

Каждый корректирующий угол бампа можно запитать одной системой питания путем подбора значений возмущения количеством витков дополнительных обмоток. В этом случае для питания всей системы потребуются также четыре системы питания. С практической точки зрения для Ереванского синхротрона эта схема представляется наиболее целесообразной из рассмотренных. Единственным недостатком схемы является существенное смещение орбиты пучка в остальной части кольца, что возможно отразится на работе каналов СИ при одновременной работе с двумя χ - каналами.

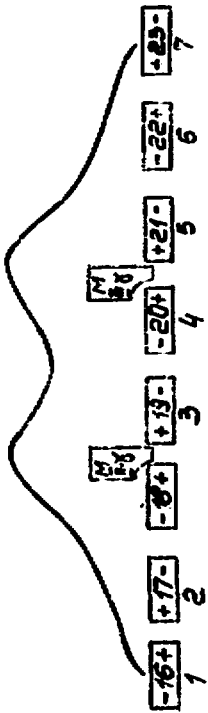


Рис. 1

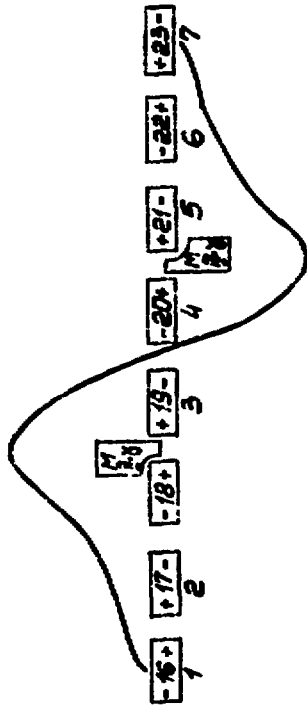


Рис. 2

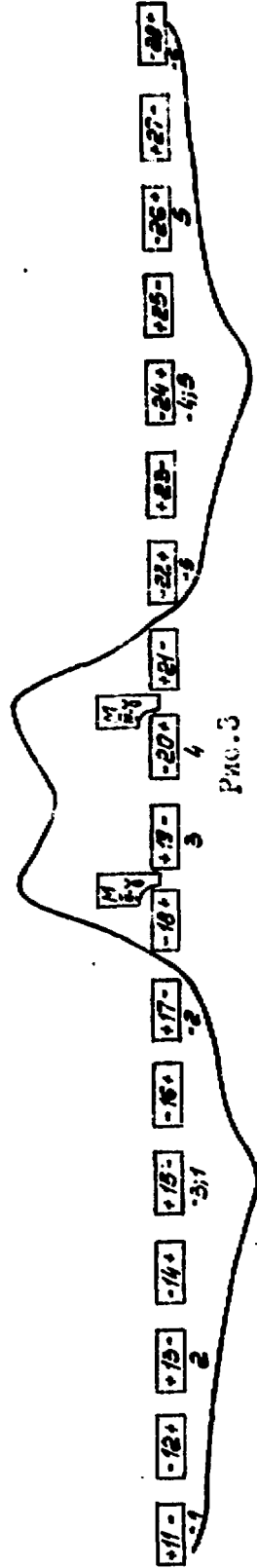


Рис. 3

ЛИТЕРАТУРА

- [1] И.П.Карабексв, И.И.Карапетян. Препринт ЕИИ-168(76).
- [2] Б.Б.Айрапетян, В.И.Коваленко, А.А.Маркарян, В.Т.Наринян, В.Ц.Никогосян, Х.А.Симонян, А.Р.Туманян. Препринт ЕИИ-176(22)-76.
- [3] А.И.Барышев, И.А.Запольский и др. "Эксперименты по одновременному выводу вторичных пучков на Ереванском синхротроне". Труды шестого Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, II. 150. 1978.
- [4] Г.Брук. "Циклические ускорители заряженных частиц". 102, Атомиздат, Москва, 1970.

Рукопись поступила 16-го декабря 1980 г.



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

Заказ II4

ВФ-04840

Тираж · 299

Препринт ЕФИ

Формат издания 60x64/16

Подписано к печати 6/III-81г.

0,7 уч.изд.л. Ц. 5 к.

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван-36, Маркаряна 2

индекс 3624