

УДК 621.384

ЭЛЕКТРОННЫЙ КАНАЛ УСКОРИТЕЛЯ ЕРФИ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА МЕЧЕНЫХ ФОТОНАХ

Г. Л. БАЯТЯН, Г. С. ВАРТАНЯН, С. А. ГИШЯН, Н. А. ЗАПОЛЬСКИЙ,
В. Н. КОВАЛЕНКО, С. Г. КНЯЗЯН, А. Т. МАРГАРЯН,
А. А. МАРКАРЬЯН, С. Р. ШАХАЗИЗЯН

Ереванский физический институт

(Поступила в редакцию 16 марта 1983 г.)

Описан электронный канал ускорителя ЕрФИ для экспериментов на меченых фотонах. Медленный вывод электронов осуществляется с использованием схем с разделенными функциями шести линз в шести фокусирующих прямолинейных промежутках, одной квадрупольной и одной шестипольной линз. Описан тракт выведенных электронов с анализирующим магнитом мечения. Приведены основные характеристики элементов, использованных в канале выведенного электронного пучка.

На Ереванском синхротроне создан электронный канал медленного вывода для экспериментов на меченых фотонах. Для медленного вывода принята схема с разделенными функциями. При этом используется по 6 линз, включенных между собой последовательно и расположенных в 6 фокусирующих прямолинейных промежутках ускорителя попарно: одна квадрупольная и одна шестипольная [1] (переключением полярности отдельных шестиполей можно регулировать фазу нелинейного возмущения на азимуте септум-магнита). На рис. 1 показаны импульсы токов всех систем электронного вывода, их взаимное положение во времени по циклу ускорения и указаны максимальные значения амплитуд.

Настройка системы питания линз производится с учетом следующих обстоятельств. Импульс тока в шестиполях устанавливается по циклу ускорения таким образом, чтобы его плоская вершина была симметрична относительно момента H_{max} ведущего магнитного поля. При этом амплитуда импульса подбирается такой, чтобы развиваемая шестиполями сила обеспечивала необходимую эффективность вывода. Варьируя момент включения и амплитуду импульса тока в квадрупольях, можно регулировать как момент начала, так и скорость введения в резонанс ускоренных частиц.

Импульсы тока в обеих системах линз синхронизируются таким образом, чтобы к моменту, когда первые частицы начнут покидать сепаратрисы (начало вывода), возбуждение шестиполей имело номинальное значение.

На азимуте септум-магнита создается локальное возмущение орбиты (бамп) такого же типа, который используется при выводе гамма-пучков [2]. Септум-магнит расположен с внутренней стороны орбиты между 14-ым и 15-ым блоками кольцевого электромагнита. Электроны, отклоненные септумом, проходят три блока (15, 16 и 17) в общей камере с циркулирую-

щими электронами и входят в зазор отклоняющего магнита, установленного с наружной стороны орбиты между 17-ым и 18-ым блоками.

Настройка септум-магнита и отклоняющего магнита включает в себя как юстировку самих магнитов по радиусу и высоте, так и подбор момента включения и величины амплитуды импульсов тока в них, которые обеспечивали бы заданный угол отклонения выведенных частиц.

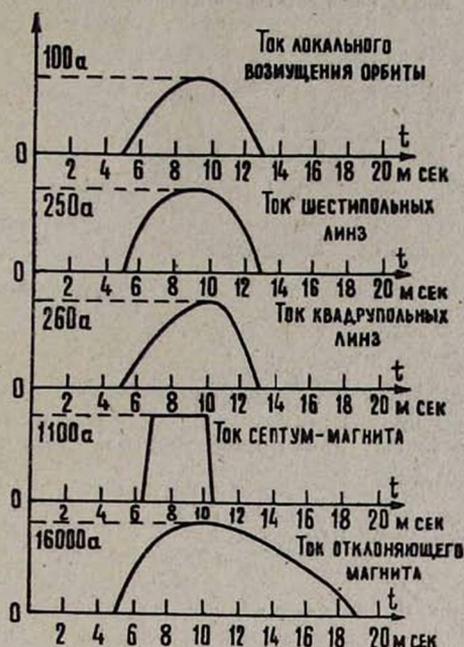


Рис. 1. Импульсы токов всех систем электронного вывода.

Внешний тракт канала изображен на рис. 2. Коллиматор длиной 82 см (~ 45 радиационных единиц) выполнен из нержавеющей стали и имеет сменные вкладыши с калиброванными отверстиями для пропускания пучка. Далее следует первый дублет квадрупольных линз типа МЛ-15. Между ними установлен дублет шторковых коллиматоров для подавления фонового сопровождения пучка. Следующий за дублетом распределительный магнит типа СП-12М питается постоянным током и позволяет направлять выведенный пучок в экспериментальный зал по 5 разным каналам.

Трасса выведенного пучка, на которой расположена установка эксперимента с мечеными фотонами, составляет угол $12^{\circ}53'$ с направлением неотклоненного пучка. Чтобы повернуть электроны с энергией 4,5 ГэВ на данную трассу, необходимо подать на распределительный магнит ток 184 А.

Трасса данного канала в экспериментальном зале начинается с поворотного магнита СП-137. Далее расположен второй дублет квадрупольных линз, предназначенный для транспортировки пучка таким образом, чтобы на физической мишени получился оптимальный пучок с минимальными размерами и угловой расходимостью.

Магнит СП-57, расположенный за линзами, является анализирующим и используется для получения меченых фотонов. Все расстояния между

линзами и магнитами пучок электронов проходит в вакуум-проводе. Полная длина канала составила 35 м, центральный импульс электронов и импульсный разброс равнялись соответственно 4,5 ГэВ/с и 1%. Элементы

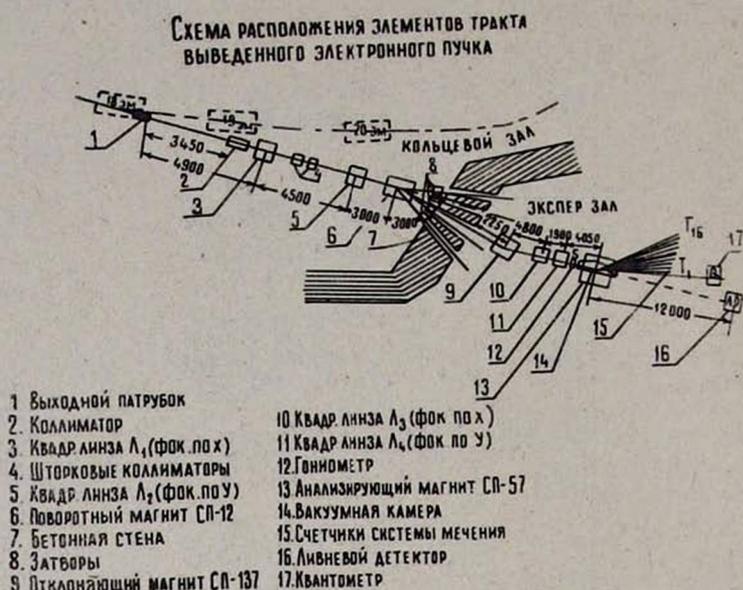


Рис. 2. Внешний тракт выведенного электронного пучка для экспериментов на меченых фотонах.

магнито-оптического канала и их характеристики приведены в таблице. Для определения эффективных длин были проведены магнитные измерения.

Таблица

Тип элемента	Длина (м)	Поле
Квадрупольные линзы (3, 5)	0,9	80 Гс/см
Магнит СП-12	3	10,7 кГс
Магнит СП-137	2,32	10,9 кГс
Квадрупольные линзы (10, 11)	0,9	380 Гс/см
Магнит СП-57	1,3	13 кГс

Согласование элементов канала и матрицы преобразования были рассчитаны по программе TRAMP. Согласно этим расчетам на расстоянии 2 м от магнита мечения пучок должен был иметь размеры 7,7 мм по горизонтали и 5,3 мм по вертикали с расходимостью соответственно 0,4 мрад и 0,8 мрад.

Фотографируя профиль пучка на разных участках канала, нами был выбран следующий оптимальный режим канала:

- в системе локального возмущения орбиты — 11 А (амплитуда),
в квадрупольях — 13 А (амплитуда),

в шестиполях	— 128 А (амплитуда),
в септум-магните	— 552 А (амплитуда),
в отклоняющем магните	— 12480 А (амплитуда),
в линзах первого дублета	— по 100 А,
в линзах второго дублета	— по 500 А.

Размеры оптимального варианта пучка, полученные перед магнитом СП-57, вблизи расположения экспериментальной мишени и перед ливневым детектором (в конце трассы) близки к расчетным. Угловая расходимость пучка, оцененная экспериментально, не превышает 1 мрад по горизонтали и вертикали.

В соответствии с требованиями физического эксперимента на основе выведенного пучка формируется фотонный пучок. Для этой цели перед магнитом СП-57 помещается свинцовый конвертор толщиной 0.02 рад. ед. Полученный таким образом гамма-пучок будет иметь направление и форму первичного электронного пучка. При включенном магните СП-57 основной электронный пучок отклоняется на некоторый угол относительно фотонного пучка.

Число выведенных электронов при выбранном режиме элементов канала электронного вывода и при токе циркулирующих электронов в 1 мА составляет $(1,5-2) \cdot 10^8$ эл./с.

В заключение авторы выражают благодарность Е. А. Аракелян, Н. К. Григоряну, С. С. Степаняну, Ш. К. Широян и С. О. Тадевосян за помощь в работе, Г. В. Бадаляну за ценные замечания, а также коллективу ускорителя за обеспечение пучком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамян Р. О. и др. Труды II Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, т. 2, стр: 187. Изд. Наука, М., 1972.
2. Avertill R. S. IEEE Trans., NS-12, 3, 404 (1965).

ՆԻՇԱԿԻՐ ՖՈՏՈՆՆԵՐԻ ՎՐԱ ՓՈՐՁԵՐԻ ՀԱՄԱՐ ՆԱԽԱՏԵՍՎԱԾ ԵՐՅԻՒՒ ԱՐԱԳԱՑՈՒՑԻՉԻ ԷԼԵԿՏՐՈՆԱՅԻՆ ԿԱՆԱԼԸ

Հ. Լ. ԲԱՅԱԹՅԱՆ, Հ. Ս. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Ս. Ա. ԳԻՇՅԱՆ, Ն. Ա. ԶԱԳՈՒՍԿԻ,
Վ. Ն. ԿՈՎԱԼԵՆԿՈ, Ս. Գ. ԿՆՅԱԶՅԱՆ, Ա. Թ. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ,
Ա. Ա. ՄԱՐԿԱՐՅԱՆ, Ս. Ռ. ՇԱԽԱԶԻԶՅԱՆ

Նկարագրված է Նրֆ-ի արագացուցիչի էլեկտրոնային կանալը՝ նիշակիր ֆոտոնների վրա փորձերի համար: Էլեկտրոնների դանդաղ դուրսբերումը իրականացվում է առանձնացված ֆունկցիաների սխեմայով՝ վեց ուղղագծային միջակայքում ֆոկուսացնող, երկբևեռ և վեց բևեռ ունեցող ուսանյակների օգնությամբ: Նկարագրված է դուրս բերված էլեկտրոնների ուղին տարրալուծող նիշարկված մագնիսով: Բերվում են դուրս բերված էլեկտրոնային փնջի կանալում օգտագործված մագնիսական էլեմենտների հիմնական բնութագրերը:

THE ELECTRON CHANNEL OF YEREVAN PHYSICS INSTITUTE ACCELERATOR FOR TAGGED PHOTONS EXPERIMENTS

G. L. BAYATYAN, G. S. VARTANYAN, S. A. GISHYAN, N. A. ZAPOL'SKIJ,
V. N. KOVALENKO, S. G. KNYAZYAN, A. T. MARGARYAN, A. A. MARKARYAN,
S. R. SHAKHAZIZYAN

The electron channel of the Yerevan Physics Institute accelerator for tagged photons experiments is described. The slow extraction of electrons was carried out using the arrangement with separated functions of six lenses in six focusing rectilinear intervals of one quadrupole and one sextupole lenses. The tract of extracted electrons with an analyzing tagging magnet is described and main characteristics of magnetic elements used in the channel of extracted electron beam are given.