

С 3450

К-954

3/817

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 2677



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

В.М. Кутьин, В.И. Петрухин, В.М. Цупко-Ситников

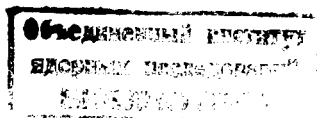
ЭЛЕКТРОННЫЙ ПУЧОК СИНХРОЦИКЛОТРОНА ОИЯИ

1966

13 - 2677

В.М. Кутын, В.И. Петрухин, В.М. Цупко-Ситников

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПУЧОК СИНХРОЦИКЛОТРОНА ОИЯИ



4602/1 нр.

1. Введение

В ряде физических экспериментов, проводимых на синхротроне, в качестве конечных продуктов реакций регистрируются электроны (позитроны). В связи с этим иногда возникает необходимость наладки и калибровки регистрирующей аппаратуры на электронных пучках разных энергий. Работы со вторичным электронным пучком велись на синхротроне ОИЯИ и в прошлом^{1/}, однако, подробное описание способа получения пучка и его характеристик отсутствует. Отсутствие такого описания приводит к тому, что каждый начинающий работать с электронным пучком затрачивает немало времени для получения пучка с нужными характеристиками. Поэтому нам кажется полезным дать некоторые практические рекомендации по выводу пучка вторичных электронов от синхротрона Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ с возможностью изменения энергии от 20 до 300 Мэв. Наличие чистого электронного пучка позволяет провести ряд физических исследований, где не требуется высокая интенсивность пучка. Так, например, на описываемом ниже пучке проводилось изучение электронных ливней в свинце при помощи сцинтилляционных счетчиков, а также была выполнена калибровка черенковских спектрометров полного поглощения для эксперимента по поискам распада $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$ ^{2/}.

2. Вывод пучка электронов (позитронов)

Общая схема получения пучка вторичных электронов (позитронов) приведена на рис. 1. γ -кванты от распада π^0 -мезонов, образующихся в бериллиевой мишени (М), выводятся через коллиматор (№ 14) в стене защиты зала, расположенный под углом 90° к внутреннему протонному пучку и конвертируют в свинцовом конвертере (К), помещенном перед магнитом на расстоянии 60 см от его центра. Электроны конверсии проходят через отклоняющий магнит СП-10-4 и анализируются по импульсу. Заряженные частицы регистрировались системой сцинтилляционных счетчиков 1, 2, 3. Для выделения электронов использовался черенковский спектрометр полного поглощения 4^{3/}.

Счетчики 1, 2, 3 включались в наносекундную схему совпадений^{/4/}, запускающую развертку скоростного пятилучевого осциллографа^{/5/}. Импульсы от всех четырех счетчиков фотографировались на экране осциллографа, что давало возможность путем анализа фотографий определить состав пучка. Такой способ оценки дает более надежный результат, чем простое сравнение скоростей счета тройных 1, 2, 3 и четверных 1, 2, 3, 4 совпадений. Предварительно была проведена трассировка пучка методом гибкой токонесущей нити^{/8/}, соответствующие градуировочные кривые приведены на рис. 2.

Для получения пучка электронов мезонная мишень смещалась по азимуту до положения "прямой видимости" из коллиматора, что соответствует смещению на угол -17° от нулевого положения. Зависимость интенсивности выведенного пучка электронов при отверстии коллиматора в защитной стене $\Phi = 20$ мм от азимутального положения мишени показана на рис. 3. Радиальное положение мишени слабо влияет на величину интенсивности электронного пучка.

3. Основные характеристики пучка

Чистоту электронного пучка, получаемого конверсией γ -квантов, обычно грубо характеризуют величиной отношения скоростей счета заряженных частиц с конвертором ("к") и без конвертора ("бк"). Отношение к/бк получается непосредственно из опыта и применяется для хотя и грубой, но быстрой оценки состава пучка. Получаемая обычно величина отношения к/бк 3 ± 7 (в нашем опыте к/бк 2 ± 5 для пучков разных энергий) свидетельствует о наличии в пучке γ -квантов заметной доли заряженных частиц. Следует заметить, что использование отношения к/бк не корректно, так как сравниваются величины, полученные при разных условиях: внесение конвертора приводит к выбыванию заряженных частиц, присутствующих в пучке γ -квантов. Более правильное представление о чистоте пучка будет получено, когда измерения бк осуществляются с тем же конвертором, но помещенным за счетчиком 1 (положение счетчика 1'), при этом в обоих случаях сохраняются одинаковые условия для пучка.

Поскольку пучок γ -квантов на выходе из ускорителя очищается от заряженных частиц рассеянным магнитным полем ускорителя, очевидно, что присутствующие в пучке γ -квантов заряженные частицы в основном являются электронами от конверсии γ -квантов на стенках коллиматора и в воздухе. Остальная малая часть заряженной компоненты пучка γ -квантов и является примесью в полученном нами пучке электронов. Доля других заряженных частиц (не электронов) в пучках разной энергии определялась нами из анализа осциллограмм как отношение 1, 2, 3, 4/1, 2, 3, 4 = ϵ .

Основные характеристики полученных пучков электронов нескольких энергий представле-

ны в таблице 1. Интенсивность пучка электронов определяется размерами счетчика 2 и расстоянием от центра магнита. Все приведенные в таблице 1 величины получены в одинаковой геометрии: отверстие коллиматора в стене 50 мм, размеры сплиттала-ра счетчика 2 - 30×30 мм², расстояние от центра магнита до счетчика 2-2 м. Величина k/bk' есть отношение скоростей счета с конвертором и без конвертора (счетчик 1 в положении 1 и 1', соответственно).

Разброс по энергиям в пучке $\Delta E/E$ является линейной функцией угла отклонения электронов и изменяется от 4,5% на один градус для угла 20° до 2,3% на градус для угла 50° . Эти значения величины энергетического разрешения имеют место при отверстии коллиматора в защитной стене не более 50 мм и коллимировании пучка перед счетчиком 2.

Авторы благодарны Ю.Д. Прокошкину за обсуждение вопросов, связанных с выводом пучка.

Л и т е р а т у р а

1. Ю.Д. Прокошкин, Тан Сяо-вей. ЖЭТФ, 36, 10 (1959); ПТЭ, 3, 32 (1959).
2. В.М. Кутын, В.И. Петрухин, Ю.Д. Прокошкин. Письма в ЖЭТФ, П , 8, 387-391.
3. A. F. Dunaitsev, V. I. Petrukhin, Yu. D. Prokoshkin, V. I. Rykalin, Nuovo Cimento, 24, 405 (1962).
4. А.Ф. Дунайцев. ПТЭ, 8, 77 (1964).
5. А.Ф. Дунайцев, В.И. Петрухин, Ю.Д. Прокошкин, В.И. Рыкалин. ПТЭ, 2, 114 (1965).
6. М.С. Козодаев, А.А. Тяпкин. ПТЭ, 1, 21 (1956).

Рукопись поступила в издательский отдел
28 сентября 1966 г.

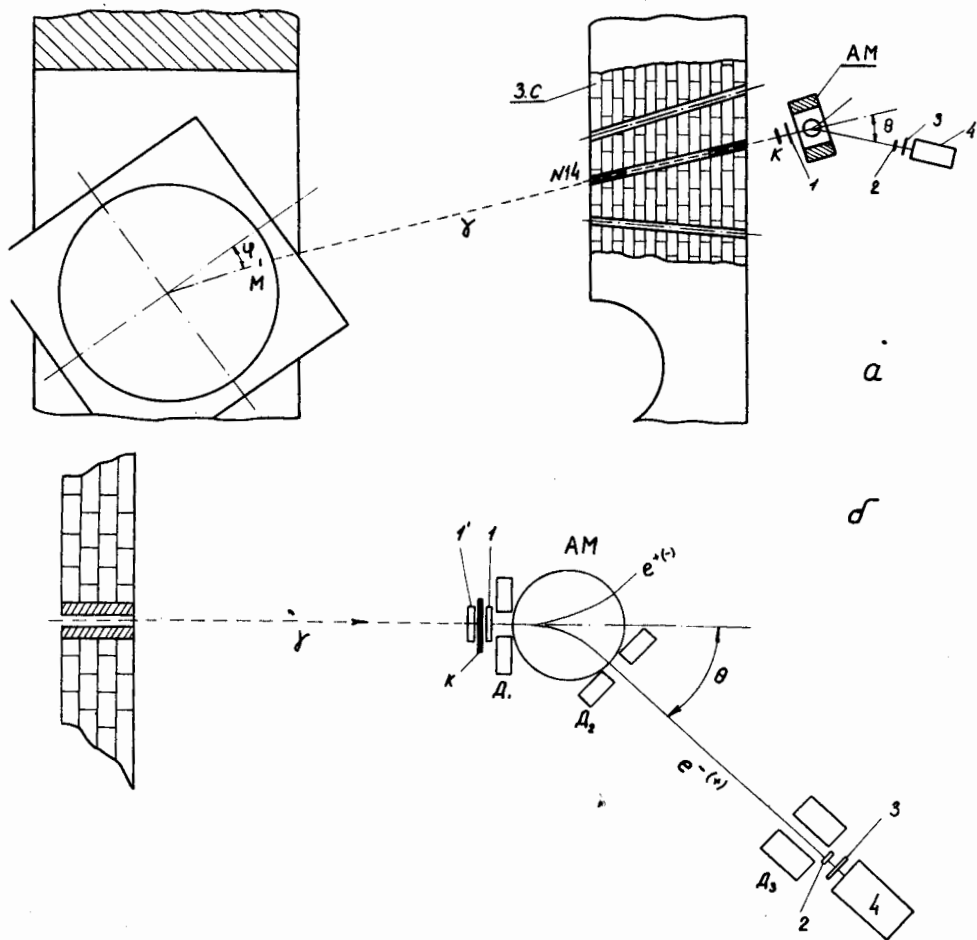


Рис. 1. Схема получения пучка вторичных электронов. М - бериллиевая мишень, ϕ - азимутальный угол мишени, γ - пучок γ -квантов, 3.C. - защитная стена, К - свинцовый конвертор; АМ - анализирующий магнит; 1, 2, 3 - спциятиляционные счетчики, 4 - черенковский спектрометр полного поглощения; D_1 , D_2 , D_3 - свинцовые диафрагмы, формирующие пучок электронов, 1 и 1' - два положения счетчика 1 относительно конвертора.

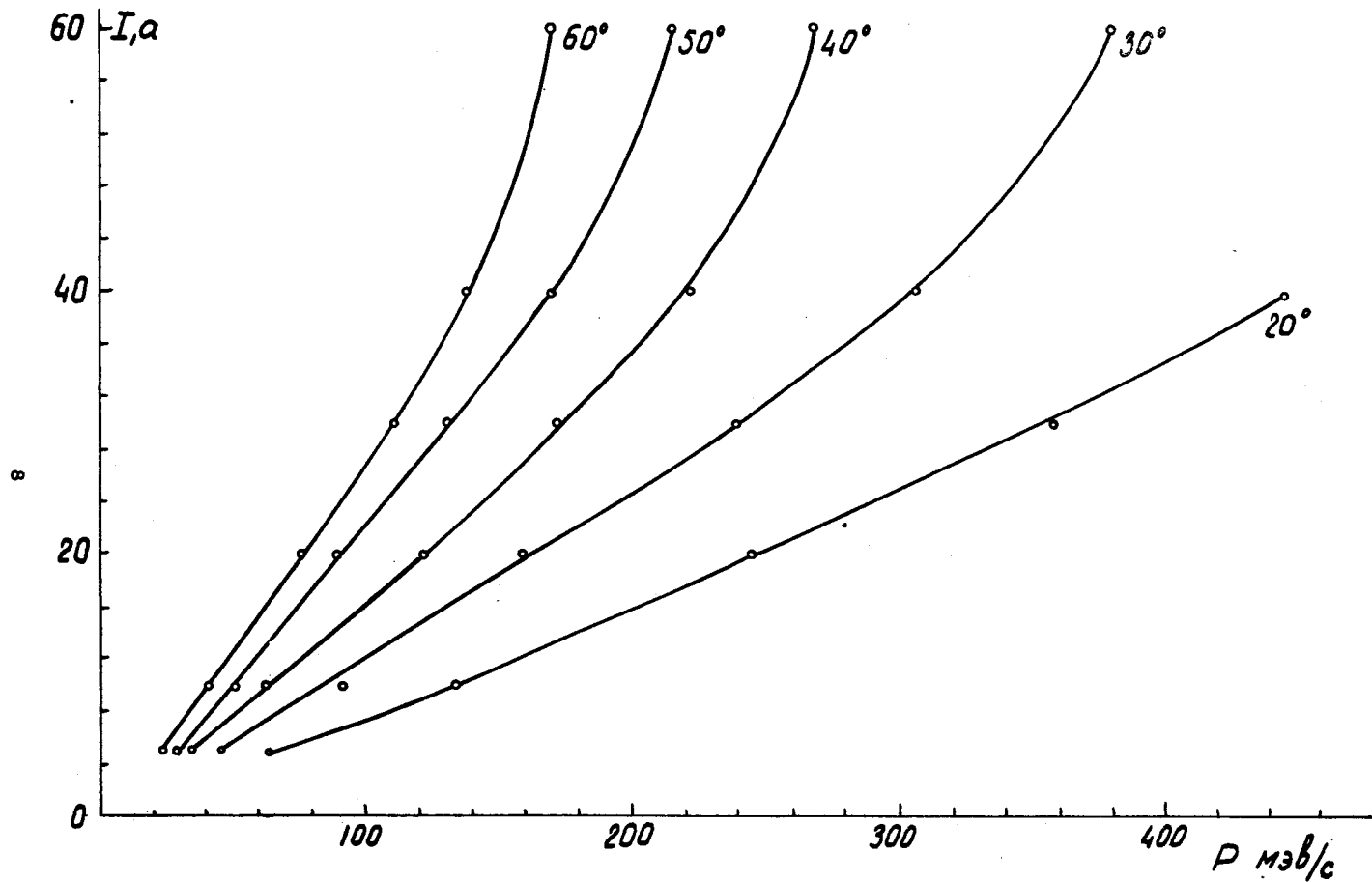


Рис. 2. Кривые трассировки пучка в магните СП-10-4. Цифрами у кривых дается угол отклонения пучка.

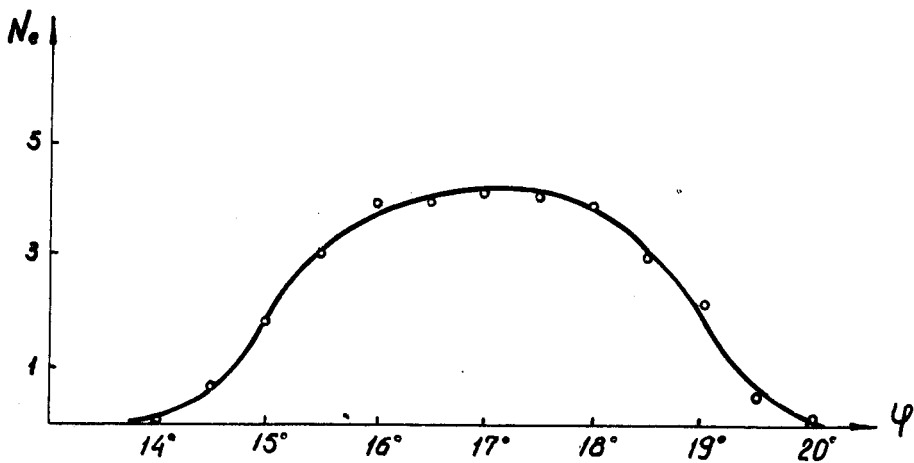


Рис. 3. Зависимость скорости счета электронов (в относительных единицах) от азимутального положения мишени. Радиус мишени $R=277,8$ см, конвертор 5 мм.