

A 93

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АН СССР

препринт.

В.Л.Ауслендер, Г.А.Блинов, Г.И.Будкер, М.М.Карлинер,
А.В.Киселев, А.А.Лившиц, С.И.Мишнев, А.А.Наумов,
В.С.Панасюк, Ю.Н.Пестов, В.А.Сидоров, Г.И.Сильвестров,
А.Н.Скринский, А.Г.Хабахнашев, И.А.Шехтман

Состояние работ на позитрон-электронном накопителе ВЭПП-2



НОВОСИБИРСК 1965

На прошлой конференции по ускорителям в 1963 году мы сообщали /1/ о сооружении установки ВЭПП-2, предназначенной для экспериментов по взаимодействию позитронов и электронов с энергией до 2×700 Мэв. В то время заканчивался монтаж установки. В работе, проделанной за последние 2 года можно выделить следующие основные этапы: запуск синхротрона-инжектора, получение больших электронных токов в накопителе, изучение неустойчивости режима взаимодействия пучка с резонатором /2/ и первые эксперименты по накоплению позитронов. В настоящее время на установке ВЭПП-2 ведутся работы по увеличению скорости накопления позитронов.

1. Установка ВЭПП-2

Общая схема установки изображена на рис.1. Её основными элементами являются специальный синхротрон Б-ЗМ с внешним инжектором, высоковакуумная магнитная дорожка - накопитель, система однооборотного вывода пучка из ускорителя и ввода его в накопитель, электронно-оптические каналы и конвертор для преобразования электронного пучка в позитронный. Все эти элементы подробно описаны в наших докладах на прошлой конференции по ускорителям /1,3/.

Используемый в качестве ускорителя-инжектора специальный синхротрон Б-ЗМ работает в настоящее время в облегченном режиме на энергию до 130 Мэв. В настоящее время ток выведенного из синхротрона пучка в импульсе длительностью меньше 20нсек достигает 100 ма (больше 10^{10} частиц). Разброс по энергии не превышает 0,2%. Частота повторения импульсов ускорения - до 3 гц. Работе по запуску синхротрона Б-ЗМ посвящен доклад, пред-

ставленный на эту же конференцию /4/.

Накопительная дорожка представляет собой слабофокусирующий рейстрек с четырьмя одинаковыми прямолинейными промежутками. Радиус равновесной орбиты 150 см, длина прямолинейного промежутка 60 см, апертура камеры $8 \times 18 \text{ см}^2$. Два промежутка используются для инжекции электронов и позитронов, в третьем расположен высокочастотный резонатор, промежуток противоположный резонаторному предназначен для проведения экспериментов.

Высокочастотная система накопителя работает на первой гармонике частоты обращения частиц, равной 25,1 Мгц. Резонатор коаксиальный, полуволновой, сильно нагруженный конденсатором из двух дисков; добротность около 4000. В настоящее время используется высокочастотный генератор мощностью 20 квт, развивающий на резонаторе напряжение около 35 кв.

Два внутренних витка обмотки электромагнита в каждом квадранте питаются отдельно. Это обеспечивает перемещение медианной плоскости в каждом квадранте на $\pm 1 \text{ см}$. Реальное положение орбиты корректируется шунтировкой соответствующих квадрантов. Для управления относительным положением по вертикали орбит электронов и позитронов, в квадрантах, свободных от инфлекторных пластин расположены "разводящие пластины", на которые может подаваться постоянное напряжение до 50 кв, что позволяет регулировать угол пересечения электронного и позитронного пучков в месте встречи до 10^{-2} радиана, а также разводить пучки при накоплении.

Восемью токовыми витками, расположенными в промежутке встречи (рис.2), можно регулировать частоту бетатронных колебаний в диапазоне $\Delta V \approx 0,1$, а также создавать зависимость

частоты от радиуса $\frac{dV}{dR} \approx 0,03$ (квадратичная нелинейность) и от амплитуды бетатронных колебаний $\frac{dV}{d(a^2)} \approx 0,04$ (кубическая нелинейность). В этом же промежутке установлен электростатический квадруполь, позволяющий разводить частоты бетатронных колебаний электронного и позитронного пучков на $\Delta V \approx 0,05$. Приведенные цифровые данные относятся к энергии электронов 100 Мэв.

В остальной система управления и контроля параметров пучков аналогична используемой на установке ВЭП-I /5/.

Большое время жизни пучка позволяет не связывать рабочую энергию накопителя с энергией инжекции и накопителя. Нужная рабочая энергия устанавливается подъемом магнитного поля дорожки после накопления.

2. Накопление электронов

Основные работы по изучению процесса инжекции в накопитель проведены на энергии 100 Мэв. Этой энергии соответствует время радиационного затухания бетатронных колебаний около 1 сек, что и определяет выбранную частоту повторения циклов инжекции 0,5 гц. Достигнутая на установке скорость накопления электронов составляет около 30 ма за импульс инжекции.

В накопителе был получен электронный ток более 0,5а. Ограничения наступают из-за неустойчивости во взаимодействии пучка с резонатором /2/. Никаких поперечных неустойчивостей пучка не наблюдалось.

Время жизни электронов при естественных размерах в токах, больших 1ма вдали от опасных резонансных значений частот бетатронных колебаний определяется в основном Ада-эффектом /6/. Зависимость времени жизни электронов от величины тока пучка по -

ветствует эффективному коэффициенту конверсии 10^{-6} . Максимальный ток позитронов, зарегистрированный в накопителе, составляет 10 мка.

В настоящее время ведется работа по увеличению скорости накопления позитронов. Существенное облегчение процесса инжекции получено путем уменьшения толщины ножа впускной диафрагмы накопителя с 10 до 3 мм. Улучшена возможность управления параметрами пучков в накопителе. Предполагается повышение энергии конвертируемого пучка электронов до 200 Мэв. Все эти меры позволяют надеяться получить эффективный коэффициент конверсии 10^{-4} и интенсивность позитронного пучка больше 1 ма.

4. Постановка экспериментов

Для экспериментов по взаимодействию позитронов и электронов подготовлена система искровых камер, охватывающая телесный угол $2 \times 0,7$ стерадиана вблизи вертикального направления.

Первым по пути разлетающихся частиц (рис.2) помещены искровые камеры с тонкими пластинами для определения углов вылета частиц и координат точки взаимодействия. Магнитное поле, направленное вдоль линии встречи пучков, позволит определить знак заряда регистрируемых частиц. Определение сорта частицы будет проводиться по характеру их взаимодействия с материалом пластин "ливневых" и "пробежных" искровых камер. Довольно сложная система зеркал позволяет пользоваться одной фотокамерой.

Запуск всей системы искровых камер производится четырьмя сцинтилляционными счетчиками размером $40 \times 40 \text{ см}^2$, включенными в схему совпадений. Для защиты от космического излучения служит счётчик антисовпадений размером $120 \times 120 \text{ см}^2$. Между этим счётчиком и камерами помещен слой свинца толщиной 20 см.

При энергии 2×300 Мэв и токах в накопителе 1×100 ма² такая система камер позволит регистрировать несколько актов упругого рассеяния позитронов на электронах в час. Тот же порядок скорости счета ожидается для π -мезонных пар в максимуме кривой сечения, соответствующем образованию промежуточного ρ -мезона.

Для настройки встречи пучков в накопителе, измерения светимости и контроля за ней во время работы, подготовлена система измерения позитрон-электронного рассеяния на малые углы, аналогичная используемой на установке ВЭП-1 [7]. Сцинтилляционные счетчики этой системы помещены в инжекционные прямолинейные промежутки накопителя и регистрируют позитрон-электронные пары, претерпевшие рассеяние на угол около $1,5^\circ$.

С целью уменьшения загрузки от интенсивного электронного пучка позитронный счетчик экранирован свинцом и разделен на два отдельных счетчика, помещенных на расстоянии 10 см друг от друга по ходу пучка и включенных на совпадения. Предварительное изучение фоновых условий производит удовлетворительное впечатление.

Л и т е р а т у р а

1. В.Л.Ауслендер и др. Международная конференция по ускорителям, Дубна, 1963 г., Атомиздат, стр.247.
2. В.Л.Ауслендер и др. "Фазовая неустойчивость интенсивного электронного пучка в накопителе", представлено на Международную конференцию по ускорителям, Фраскати, 1965 г.
3. Г.И.Будкер и др. Международная конференция по ускорителям, Дубна, 1963 г., Атомиздат, стр.1065.
4. Г.И.Будкер и др. "Запуск синхротрона Б-3М - инжектора для позитрон-электронного накопителя", представлено на Международную конференцию по ускорителям, Фраскати, 1965 г.
5. Э.И.Зинин и др. "Система управления и контроля параметров электронных пучков накопителя ВЭП-1", представлено на Международную конференцию по ускорителям, Фраскати, 1965 г.
6. *C. Bernardini et al. Phys. Rev. Lett.*
10, 407 (1963).
7. Г.И.Будкер и др. "Состояние работ на электронном накопителе ВЭП-1", представлено на Международную конференцию по ускорителям, Фраскати, 1965 г.

Подписи к рисункам

Рис.1. Общая схема установки ВЭШ-2.

1 - инжекторы, 2 - синхротрон Б-ЭМ, 3 - параболические линзы, 4 - конвертор, 5 - накопительная дорожка, 6 - повторные магниты, 7 - квадрупольные линзы.

Рис.2. Вертикальный разрез области встречи и регистрирующей системы.

1 - встречающиеся пучки, 2 - электростатический квадруполь, 3 - токовые витки, 4 - внутренняя вакуумная камера, 5 - внешняя вакуумная камера, 6 - "окно", 7 - сцинтилляционный счетчик, 8 - "тонкие" искровые камеры, 9 - ливневая камера, 10 - пробегная камера, 11 - сванцовый экран, 12 - сцинтилляционный счетчик.

Рис.3. Зависимость времени жизни электронов от величины тока пучка.

Рис.4. Зависимость времени "быстрого" затухания от тока времени пучка в присутствии ионов (1) и без них (2).

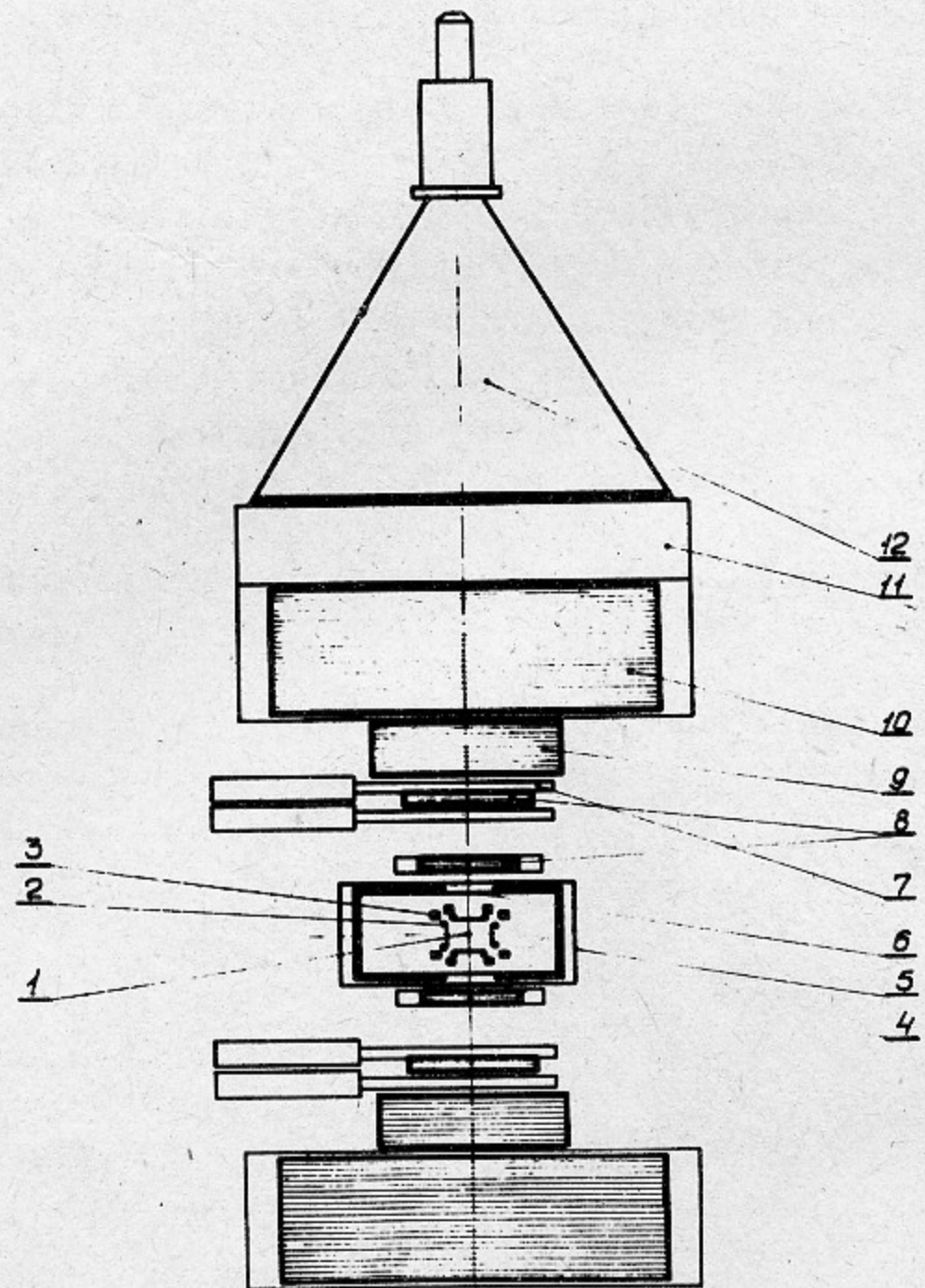
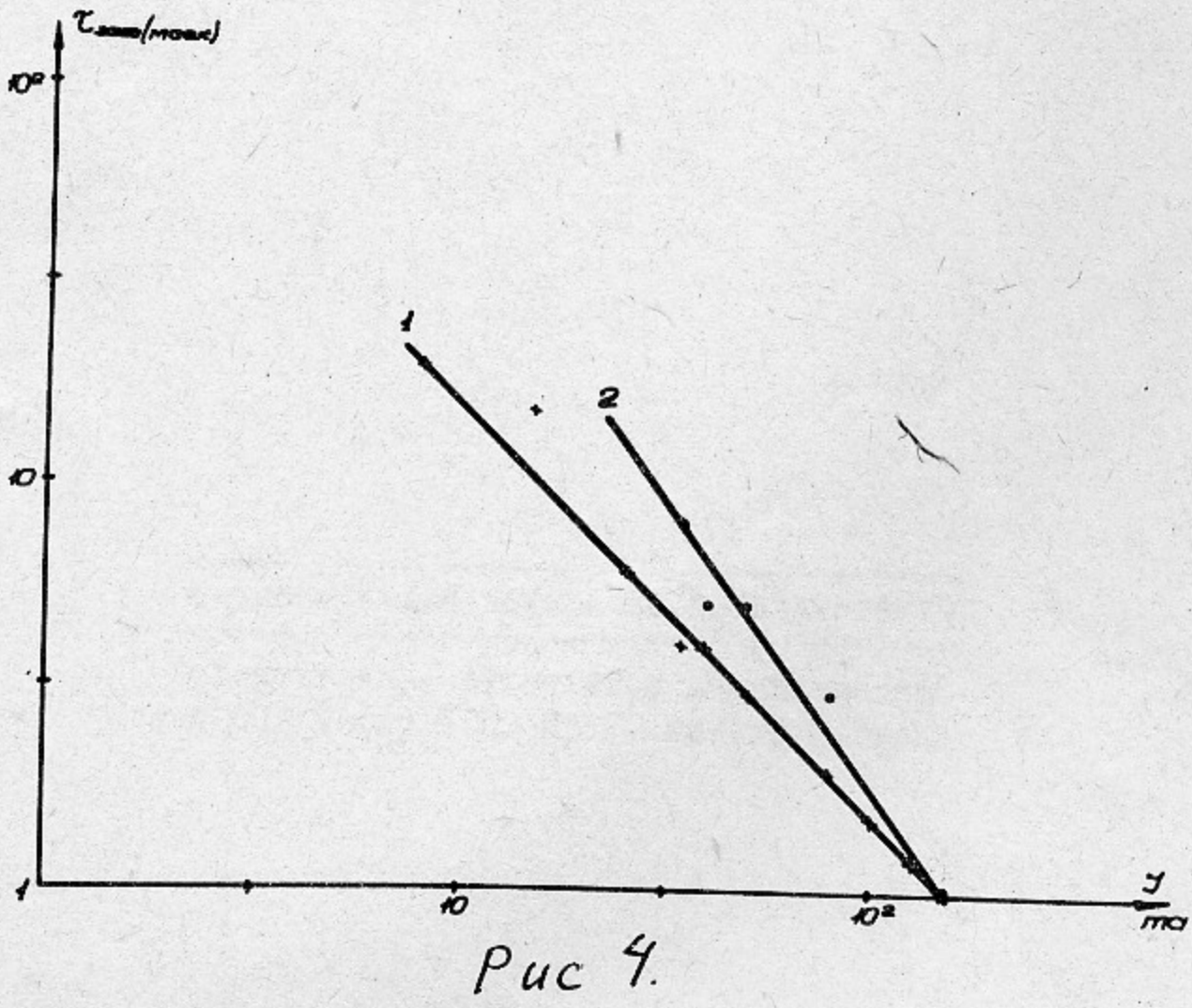
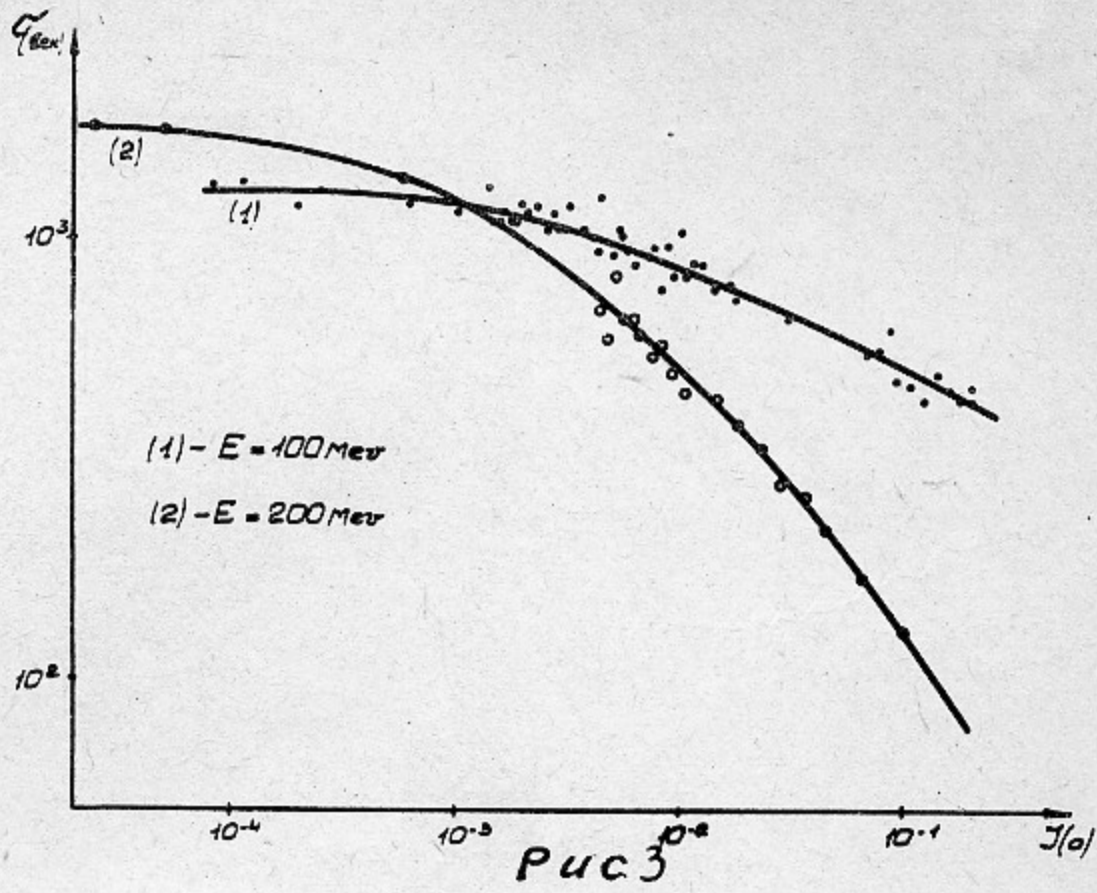


Рис 2



Ответственный за выпуск В. Л. Ауслендер

Отпечатано на роталпринте в Институте
ядерной физики СО АН СССР, тираж 200 экз.