

И. 71

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН  
Новосибирск

ВЭПП - 3

31 мая 1972 года

Рабочие материалы



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ НА КОМПЛЕКСЕ  
В Э П П - 3

Комплекс работает круглосуточно, кроме воскресений и праздничных дней, всего 56 смен за месяц (8 часов смена).

- |  |             |
|--|-------------|
| 1. Работа с Б-4  | - 12 смен   |
| 2. Работа с пучком в ВЭПП-3:<br>(параметры пучка, пикан-электроды, вакуумная программа,<br>выпуск из ВЭПП-3) | - 22 смены  |
| 3. Работа по фокусировке пучка в позитронном канале  | - 4 смены   |
| 4. Монтажные работы в зале   | - 9 смен    |
| 5. Устранение поломок  | - 6 смен    |
| 6. Разгон системы и профилактика   | - 8 смен    |
| 7. Работа на эксперимент   | - 0,4 смены |

## ЭЛИТ-3 - ИНЖЕКТОР СИНХРОТРОНА Б-4

Проектная энергия - 3 Мэв

Пробои в ускорителе заставляют использовать его на энергии 2 Мэв

По историческим причинам в настоящее время работает на энергии 1,5 Мэв

Из опыта работы с Б-3М известно, что переход на проектную энергию может дать увеличение выпущенного из Б-4 тока не менее чем в 2 раза.

Переход на 3 Мэв откладывается до выяснения причины пробоев на аналогичном ускорителе для ФИАН, который должен быть смонтирован в мае, однако монтаж задерживается, в частности, из-за того, что каркас вторичной обмотки (чертеж ЗЛЭ-02-01 - 300 часов трудоемкости сдан 23 декабря 1971 года) не изготовлен из-за отсутствия материалов.

Задерживается также изготовление секций трубки (ЗЛЭ-00-01, 360 часов трудоемкости, срок изготовления 30 апреля) по неизвестным причинам.

## Б-4 - ЭЛЕКТРОННЫЙ СИНХРОТРОН

Проектная энергия 450 Мэв.

Расчетный ток 5 а

Частота повторения 3 гц

Из-за пробоев шин на корпус работает на энергии 300 Мэв, частота повторений 0,5 гц.

Максимальный накопленный ток 5-10 а, бетатронный ток 1а, ускоренный 0,7 а, выпущенный - 0,6 а.

Средний выпущенный ток 0,3а. Достигнутое увеличение тока связано в основном с включением системы импульсного размагничивания синхротрона.

При увеличении накопленного тока до 5-10 ампер, выпущенный ток падает и становится нестабильным. Для подъема энергии до 450 Мэв необходима постановка изолированных шин, что потребует остановки Б-4 на срок около месяца.

Решение о переходе на проектную энергию зависит от хода программы получения позитронов.

## ЭЛЕКТРОННЫЙ КАНАЛ

Проектная энергия 450 Мэв частота повторения 3 гц. Сейчас работает на энергии 270 Мэв на частоте 0,5 гц. Наблюдается нестабильность отдельных элементов канала. Канал испытан на энергии 450 Мэв (100 тыс.срабатываний 1 гц).

На энергии 270 Мэв наблюдается нестабильность работы выпускного магнита, связанная с пониженной, по сравнению с расчетной, энергией.

Для работы в области около 200 Мэв изготовлена, но не испытана, независимая система питания выпускного магнита на КУВах.

## ПОЗИТРОННАЯ ПРОГРАММА

Продолжались испытания  $45^{\circ}$  ("позитронного") конверсионного магнита на стенде. При поле 55 кгс (600 Ка) сделано 1200 тыс. срабатываний без видимых нарушений и 250 тыс срабатываний при поле 84 кгс (830 ка).

Триплет для фокусировки электронного пучка на кофтор установлен на место.

Проводились эксперименты по фокусировке электронного пучка на энергии 270 Мэв.

В предварительных экспериментах получен размер пучка  $2 \times 1 \text{ мм}^2$ , что близко к ожидаемому.

"Электронный" конверсионный магнит, который будет фокусировать позитроны, собран и устанавливается на место.

Дополнительный  $45^{\circ}$  доворотный магнит будет изготовлен 15 июня. После получения из мастерской потребуются доработка по заливке шин, что потребует 10 дней. В конце июня будут изготовлены подвески позитронного триплета и подставка  $45^{\circ}$  магнита.

С начала июня будут начаты работы по получению максимального коэффициента конверсии позитронов.

Первые эксперименты по захвату позитронов в ВЭПП-3 планируются в начале июля.

## НАКОПИТЕЛЬ ВЭПП-3

Существующий генератор системы питания магнита и система стабилизации позволяют иметь магнитное поле до энергии 3,5 Бэв.

В настоящее время система охлаждения шин магнита ограничивает энергию до 2,5 Бэв.

$2 \mu\text{g}$        $R_{\text{cal}} = 2.9, 4 \text{ Мом} = 18, 8 \text{ Фом}$        $K_{\text{цел}} = 1,6$

$U_{28} = U_{\text{М}}$        $M = 0,83$        $M_{\text{эбм}} = 0,85$        $R_{\text{пучк}} \approx 10 \text{ кат}$        $(1,5 \text{ мкГ})$   
 $(1,52-5)$

$R_{\text{осл}} = M_{\text{пч}}^2 \cdot M_{\text{цел}}^2 =$        $U_{\text{пч}} = 2,05 \text{ Мэ}$        $(1,45)$        $0,88$   
 $U_{\text{эб}} = 2,05 \cdot 0,75 \cdot 0,85 = 1,28 \cdot 1,6 = 2,05$        $(1,1/1,6)$

**ВЧ - система** существующей мощности обеспечивает энергию 2.3 Бэв при напряжении на резонаторе 650 кв.

Для получения большей энергии делается новый генератор на 45-й гармонике.

Один из двух резонаторов новой ускоряющей системы изготовлен и с ним проведены холодные измерения, которые показали, что резонансная частота, добротность и шунтовое сопротивление удовлетворительно соответствуют расчетным.

Оба резонатора новой системы будут поставлены в промежутке встречи противоположном основному.

9,5

Идет монтаж ВЧ - генератора с проектной мощностью 125 квт. Новая система ВЧ - питания позволит поднять энергию до  $2,9 \text{ Бэв}$  при токах  $2 \times 10 \text{ ма}$ . Испытания резонатора новой ВЧ-системы планируются провести на стенде в конце 1972 года.

Рассматривается возможность работы имеющейся ВЧ - системы совместно с новой, что может позволить работать при больших токах пучков.

Вакуум проектный с пучком  $10^8$  торр в накопителе и лучше  $10^{-8}$  торр в промежутке встречи.

В настоящее время вакуум в накопителе по разным измерениям и оценкам (5г1).  $10^{-8}$  торр в накопителе без пучка и не лучше в промежутке встречи.

Имеются участки с вакуумом  $10^{-7}$  торр.

Масс-спектрометрический анализ показывает, что это в основном связано с наличием паров воды.

Попытка вымораживания воды хотя и улучшает вакуум, однако не сказывается на времени жизни пучка.

После тренировки поверхности вакуумной камеры пучком, гажение значительно уменьшается.

Установлены два дополнительных титановых насоса производительностью по 700 л/сек каждый.

Ток накопленный максимальный 85 ма на энергии инжекции (270 Мэв). 70 ма на энергии 1.35 Бэв. 30 ма на энергии 2 Бэв.

Ограничение по накопленному току возникает из-за взаимодействия пучка с резонатором 76 мгу (наведенное напряжение, когерентные потери, когерентная неустойчивость).

Экспериментально изучаются различные способы преодоления этих ограничений; система подавления наведенного напряжения, удлинения сгустка, обратные связи.

Пока не найдено способа удлинения сгустка.

Система подавления наведенного напряжения готовка и отработывается без пучка.

## Энергия.

Испробована процедура подъема энергии до 2.25 Бэв.

Запуск системы автоматической перестройки ВЧ - системы от ЭВМ переносится на юнь.

Апертура накопителя  $7 \times 14 \text{ мм}^2$  вместо  $13 \times 27 \text{ мм}^2$  проектных. Начаты работы по коррекции равновесной орбиты, отрабатывается методика.

Время жизни расчетное при вакууме  $10^{-8}$  торр должно составлять 4000 сек на энергии 270 Мэв и 10000 сек на энергии 700 Мэв при проектной апертуре.

Измеренное время жизни на энергии 270 Мэв составляет 650 сек, что в два раза ниже расчетного для реальной апертуры. Максимальное время жизни 2000 сек на энергии 1,5 Гэв.

Пикап-электроды для измерения положения пучка в ВЭПП-3 запроектированы в количестве 20 шт.

Работает сейчас 14 шт., готов к постановке ещё один пикап-электрод.

Задержка в изготовлении и установка остальных электродов связана с производством керамических деталей.

## Параметры пучка

На энергии 2 Бэв

$$2\sigma_x = 1.5 \text{ мм}$$

$$\sigma_z = 0.1 \sigma_x$$

$$2\sigma_\varphi = 30 \text{ см}$$

## Малая $\beta$ -функция

Изготовлена и налажена система перестройки промежутка с помощью ЭВМ. Произведено несколько вариантов перестройки промежутка с пучком.

Режим получения малой  $\beta$ -функции окончательно не отработан. В мае работы по получению малой  $\beta$ -функции не велись.

## ИЗМЕРЕНИЕ МАГНИТНОГО МОМЕНТА $\Sigma^+$ ГИПЕРОНА

### Выпускной канал

В мае проводилась работа по выпуску в канал с необходимой энергией 1.35 Бэв. Магниты коррекции орбиты ВЭПП-3 позволяют сделать выпуск на энергии 1.15 Бэв. На этой энергии произведен выпуск, пройден первый магнит канала.

### Импульсный магнит

Для проведения эксперимента необходима получить магнитное поле 1 мкс в импульсном магните объемом  $40 \text{ см}^3$ .

Для получения магнитного поля используется взрыво-магнитный генератор. До 31 мая 1972 г. проведено 25 взрывов. Получено поле 1,01 мкс в рабочем магните. Проверено, что эмульсия, помещенная в это поле, сохраняется. Измерения поля с точностью 0,5% проводились по эффекту Фарадея.

В настоящее время ведется установка очищающего магнита.

## ЭКСПЕРИМЕНТ НА ВЭПП-3

### Система мониторинга

Для измерения светимости используется упругое  $e^+e^-$  рассеяние на малые углы ( $\sim 3^\circ$ ). Применение 8 сцинтилляционных счетчиков, включенных по специальной схеме компенсации позволит получить высокую точность измерений.

Сечение регистрации для энергии 2 Гэв составляет  $0,7 \cdot 10^{-30} \text{ см}^2$ .

К настоящему времени сделаны предварительные измерения фона от электронного пучка с энергией 2 Гэв (ток  $\sim 10$  ма и время жизни  $\sim 100$  сек). При фиксированном пороге  $\sim 100$  Мэв фон растет с ростом энергии.

При токах  $10 \times 10$  ма скорость счета случайных совпадений должна составить 0,25 гц. Такая же скорость счета упругого  $e^+e^-$  - рассеяния будет достигнута при светимости  $\sim 5 \cdot 10^{29} \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1}$ .

Коррелированный фон (запуски двух счетчиков от одной частицы) в несколько раз меньше. Кроме того, он будет подавляться специальной системой времени пролета, которая в настоящее время настраивается.

Имеется резерв для уменьшения фона, состоящий в повышении порогов ливневых счетчиков до 500 Мэв и улучшении вакуума.

### Система регистрации имеет телесный угол 0,5 от $4\pi$

и может регистрировать все основные процессы, происходящие при взаимодействии электронов и позитронов.

Измеренная частота срабатываний от космических лучей около сотни кадров за несколько часов работы (определяется порогом сдвигчей).

Фон для  $\mu^+\mu^-$ -аннигиляции составляет около 1 события за 200 часов измерений.

Фон от пучка растет с увеличением энергии. После постановки свинцовой защиты фон уменьшился в 10 раз и составляет около 200 срабатываний за час при токах несколько миллиампер и времени жизни 200 сек.

Система электроники собрана и находится сейчас в стадии долговременного контроля за стабильностью всех элементов. Для автоматического контроля используется программа проверки электроники с ЭВМ Минск-22 в режиме "on-line" с помощью светового генератора, имитирующего прохождение частицы через любой счетчик. Отлажена программа, которая будет использоваться в режиме "on-line" во время эксперимента. Не закончена отладка системы амплитудных измерений при работе с искровыми камерами.

### Программы обработки

Создается новый комплекс программ для накопления, хранения и обработки экспериментальной информации. Программы, относящиеся к каналу фильм ЭВМ отлажены.

Основное внимание сейчас уделяется программе геометрической реконструкции события. Для восстановления координат треков в оптических камерах по пленке используется свойство проективности преобразования изображение - трек в пространстве.

Преобразование определяется положением реперных точек в пространстве и на пленке.

Получена точность восстановления координаты трека в одном направлении 1,5 мм, в другом  $\sim 10$  мм. Предполагается, что такая низкая точность обусловлена использованием приближенного метода решения системы нелинейных уравнений. В настоящее время происходит улучшение программы.



Программа эффективности отлажена.

Расчетные сечения регистрации процессов равны:

$$\begin{array}{l} \sigma_{\text{е-е}} \\ \sigma_{\mu^+\mu^-} \\ \sigma_{\gamma\gamma} \end{array} \quad \begin{array}{l} (E = 2 \times 2 \text{ Бэв}) = 70 \cdot 10^{-33} \text{ см}^2 \\ (E = 2 \times 2 \text{ Бэв}) = 2,5 \cdot 10^{-33} \text{ см}^2 \\ (E = 2 \times 2 \text{ Бэв}) = 8,6 \cdot 10^{-33} \text{ см}^2 \end{array}$$

Изучается зависимость сечения регистрации от поляризации частиц в накопителе.

Отлаживается программа генерации множественного рождения.

### МАГНИТНЫЙ ДЕТЕКТОР

Дальнейшим развитием программы экспериментов является создание магнитного детектора (МД) с объемом магнитного поля  $9,5 \text{ м}^3$ . Постановка МД потребует обрезания двух ближайших к месту встречи магнитов ВЭПП-3 и перестановки линз. МД является частью магнитной системы ВЭПП-3, поэтому напряженность магнитного поля изменяется вместе с энергией ВЭПП-3, при энергии 3,5 ГэВ магнитное поле составляет 18 кГс.

Начинка магнита состоит из пропорциональных камер (координатных и ливнево-пробежных), сцинтилляционных счетчиков и газовых черенковских счетчиков. Телесный угол системы с анализом частиц по импульсу и регистрации черенковскими счетчиками составляет около 0,5 от  $4\pi$ , телесный угол по регистрации частиц и  $\gamma$ -квантов около 0,8 от  $4\pi$ .

Пропорциональные камеры. Получен первый опыт по изготовлению камер, измерению амплитудного и временного разрешения, изучаются газовые условия. Ведутся работы по конструированию и моделированию реальных камер.

Изготовлена система из 8 камер на 1000 проволок, на которой будет обрабатываться электроника для пропорциональных камер. Изготовлена система опроса "супонь" и первая сотня усилителей - формирователей. В мае проведены первые измерения в режиме онлайн, получены данные об эффективности регистрации и разрешаю-

ным времени. Обнаружены недостатки электроники, которые приводят к большому разрешающему времени и ограничению на диапазон изменения длительности стробирующего импульса. В настоящее время устраняются эти недостатки.

Газовый черенковский счетчик имеет размеры  $1,6 \times 0,7 \text{ м}^2$ , рабочее давление газа около 25 атмосфер. В начале этого года закончены расчеты и конструирование счетчика, в данное время счетчик находится в стадии изготовления в мастерской. Проведены испытания фотоумножителя для этого счетчика. Ведутся работы по поиску хорошей отражающей краски. Подготавливается электроника для испытания счетчика. Выбирается вариант магнитного экранирования фотоумножителей в условиях реального эксперимента.