

2

ИТЭФ — 62



ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Б.В.БОЛОНКИН, А.П.ГРИШИН, И.Я.КОРОЛЬКОВ,
В.Н.НОЗДРАЧЕВ, Н.И.ПОРУБАЙ, В.В.СОКОЛОВСКИЙ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ
НА СПЕКТРОМЕТРЕ МИС ИТЭФ
С ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИМИ КАМЕРАМИ
И КОНСТАНТЫ
ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Описана процедура получения констант геометрического восстановления на 6-м магнитном искровом спектрометре ИТЭФ. Геодезические измерения и описанная процедура обеспечивают точность пространственного восстановления 0,3 мм по горизонтали и 1,6 мм по вертикали.

A b s t r a c t

Procedure for space reconstruction constants determination for 6-m magnetic spark spectrometer ITEP is described. The accuracy of survey measurements and procedure described is 0,3 mm in horizontal plane and 1,6 mm in vertical direction.

І. В В Е Д Е Н И Е

В спектрометре ММС ИТЭФ /1/, установленном на 70-ГэВ ускорителе в ИФЭЗ, после его модернизации для регистрации следов заряженных частиц применены искровые камеры с электродинамическим способом съема информации /2/. Конструкция камер показана на рис.1. Один электрод камеры образуют вертикальные нити, другой — нити, наклоненные под углом 15° к вертикали. Зазор между электродами 14 мм, шаг намотки нитей 1,5 мм. Сигналы от искр и от реперных нитей поступают на датчик, расположенный на одном из концов звуковода. Две камеры объединены в модуль, внутри плоскостями с вертикальными нитями; расстояние между камерами как внутри модуля, так и между соседними модулями составляет 85 мм. Два модуля образуют "период" расстановки камер. Последовательность расположения звуководов у четырех камер "периода" такая: низ-верх-верх-низ, последовательность датчиков: справа-справа-слева-слева, если смотреть вдоль направления пучка. Восемь модулей (16 камер) собраны в кассету. Расстояние между ближайшими камерами у двух соседних кассет удвоенное (170 мм). Схема расстановки приведена на рис.2:

Для определения положения модулей в кассете служат камерные репера, которые представляют собой тонкие проволочные перекрестия, индивидуально подсвечиваемые миниатюрными лампами, смонтированными в корпус репера.

Для вычисления координат искры в пространстве спектрометра необходимо знать координаты точек пересечения реперных нитей со звуководами и наклон нитей к вертикали.

Геометрические измерения для получения этих данных проводятся в два этапа:

1. Аттестация камер - измерение координат точек на реперных лентах и на звуководах в системе, связанной с двумя камерными реперами ("система наблюдения"), п.2.

2. Привязка к системе координат спектрометра - измерение координат камерных реперов в рабочем положении камер, п.3.

Для получения геометрических констант восстановления треков частиц только геодезических измерений недостаточно по двум причинам:

а) координаты искр в камерах определяются по времени распространения ультразвуковой волны, и при их вычислении необходимо учитывать запаздывание импульса тока в искрах по сравнению с током в реперных проволоках (время развития искр);

б) координаты искр в магнитном поле смещены относительно треков частиц.

Кроме того, при эксплуатации установки бывает необходимо передвигать весь пакет камер, снимать и ремонтировать отдельные камеры. Возникает задача контроля стабильности геодезических констант установки без новых геодезических измерений.

Задача эта может быть решена путем использования результатов измерения координат треков, выполненных на самой экспериментальной установке. Такие измерения при двух значениях магнитного поля позволяют определить величину смещения камер. Благодаря времени развития искр можно определить, используя в кассете камеры с различным направлением звуководов. Обработав таким образом достаточное количество однотипных треков (например, пучковых), можно обнаружить смещение камер в направлении оси Y по сравнению с моментом геодезических измерений с точностью порядка точности самих геодезических измерений $0,1 \pm 0,2$ мм.

Подробная способ получения констант геометрического восстановления описан в п.4.

2. Аттестация камер

Массовый обмер камер производится на специальном стенде (рис.3), состоящем из рамы-шаблона, в котором устанавливается камера (модуль), и рамы для микротелескопа *Taylor-Hobson*. В шаблоне прорезаны отверстия, закрываемые пробками с точно центрированными перекрестиями. Координаты центров отверстий были определены промерами расстояний с помощью женеvской линейки и обмером на координатно-расточном станке.

Процедура аттестации камеры заключается в измерении разностей координат ΔY и ΔZ центров камерных реперов и точек на реперных нитях относительно центров отверстий шаблона с помощью микротелескопа *Taylor-Hobson*. Кроме того, нивелиром *Koni* 007 определяется ΔZ концов звуковода относительно камерных реперов. По данным аттестации вычисляются затем координаты точек пересечения реперных нитей с осями звуководов и наклон реперных нитей (в системе координат шаблона). Микротелескоп *Taylor-Hobson* обеспечивает точность измерений не хуже 0,05 мм; нивелировка звуководов выполняется с точностью $\approx 0,5$ мм (учитывая неточность воспроизведения Z -координат звуковода при его замене).

3. Привязка к системе координат спектрометра

Начало отсчета системы координат спектрометра находится в центре входного окна магнита, ось X направлена вдоль его оси (вдоль падающего пучка), ось Z вверх. Система правая.

В рабочем положении камер внутри магнита измеряются координаты $Y_1^M, Z_1^M, Y_n^M, Z_n^M$ левого и правого реперов каждой камеры. Эти измерения проводятся после сеанса работы спектрометра; Y -координаты измеряются с помощью теодолита ТБ-1 методом угловых засечек относительно эталонных отверстий на нижнем полсе магнита /3/, а Z -координаты - с помощью нивелира *Kolibri*. При этом точность измерения Y -координат ≈ 0.1 мм, Z -координат $\approx 0,3$ мм.

Далее, координаты точек пересечения реперных нитей с осями звуководов пересчитываются в систему координат спектрометра по формулам

$$Y^M = FY + SZ + Y_0, \quad (I)$$

$$Z^M = -FSY + Z + Z_0,$$

где

$$S = \frac{F(Z_n - Z_1 - Z_n^M + Z_1^M)}{Y_n - Y_1},$$

$$Y_0 = \frac{1}{2} [Y_1^M + Y_n^M - F(Y_1 + Y_n) - S(Z_1 + Z_n)], \quad (2)$$

$$Z_0 = \frac{1}{2} [Z_1^M + Z_n^M - (Z_1 + Z_n) + FS(Y_1 + Y_n)].$$

Здесь Y, Z -координаты точек пересечения в системе наблюдения,

Y_1, Z_1, Y_n, Z_n -координаты левого и правого камерных реперов в системе наблюдения; $F = -1$ для камер, у которых к мишеням обращена плоскость косых нитей и $F = +1$ для камер, повер-

путях к мишеням плоскостью прямых линий.

Расстановка камер вдоль оси X измеряется на ферме вне спектрометра с помощью рулетки с точностью $\approx 0,5$ мм; полученные цифры пересчитываются в систему координат спектрометра по измерениям положения первой камеры относительно эталонных отверстий на полюсе магнита. Эти измерения дают сведения также о неперпендикулярности и изгибах камер относительно вертикальной плоскости.

Вычисления выполняются на ЭМ БЭСМ-6 с помощью программы *CONSED*.

4. Получение констант геометрического восстановления треков

Для контроля стабильности и вычисления поправок к геодезическим константам за счет влияния времени развития искр и смещения в магнитном поле была проведена специальная серия калибровочных измерений координат пучковых треков с помощью всего пакета электродинамических камер при двух значениях магнитного поля. Результаты измерений обрабатывались на ЭМ РДР-15, предназначенной для работы в линии с установкой. Треки при обработке приближались кривой 2-го порядка, а средние значения отклонений измеренных точек от этой кривой для всей серии треков в каждой из плоскостей камер использовались для вычисления поправок. При этом оказывается возможным следить только за изменением положения камер вдоль координаты Y . Поправки лежат в пределах $0,2+I, 0$ мм.

и соответствуют по величине и знаку ожидаемому вкладу от описанных выше эффектов.

Результаты геодезических измерений с введенными поправками использовались для обработки событий нейтрального мастера, в которых в установке наблюдался распад K^0 -мезона. Гистограмма рас-

пределения треков по среднеквадратичной ошибке по Y ($DEVY$) и по Z ($DEVZ$) на рис.4 дает возможность оценить точность восстановления координат треков в пространстве, которая составляет $\approx 0,3$ мм по Y и 1,6 мм по Z . Точность геодезических измерений и вводимых для обработки поправок 0,2 мм по Y и 0,5 мм по Z , таким образом, вполне достаточна.

Описанная выше процедура получения констант геометрического восстановления не является единственной. Так, возможно получение этих констант без предварительных геодезических измерений. Однако, в этом случае необходимо провести измерения треков частиц различных импульсов, равномерно заполняющих рабочее пространство спектрометра, что зачастую является сложной экспериментальной задачей.

Мы считаем, что принятый нами способ получения констант является оптимальным, т.к. требует мало времени (~ 2 ч) и может проводиться в случае необходимости при каждом перемещении камер спектрометра.

В заключение авторы выражают благодарность всему коллективу установки 6-м спектрометра, обеспечившему его работу при калибровочных измерениях.

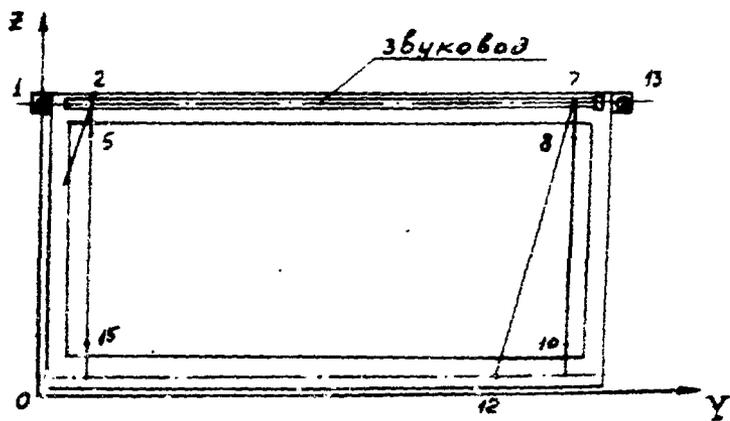
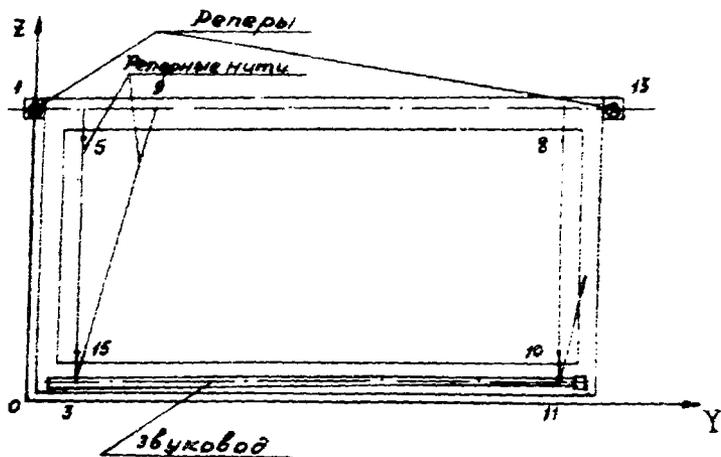


Рис. I. Схема искровой камеры с электродинамическим съемом информации. Показаны реперы, реперные нити и точки, координаты которых измеряются на стекле. Цифры соответствуют размерам отверстий шаблона.

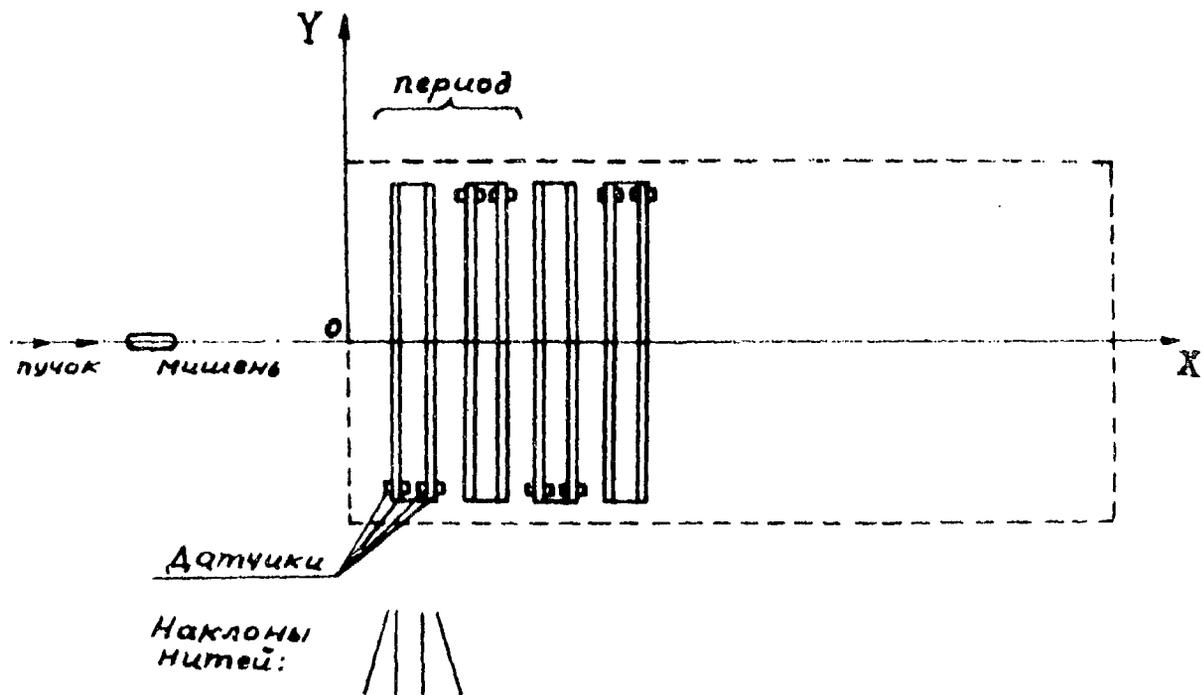


Рис.2. Расстановка камер в магните спектрометра (вид сверху)

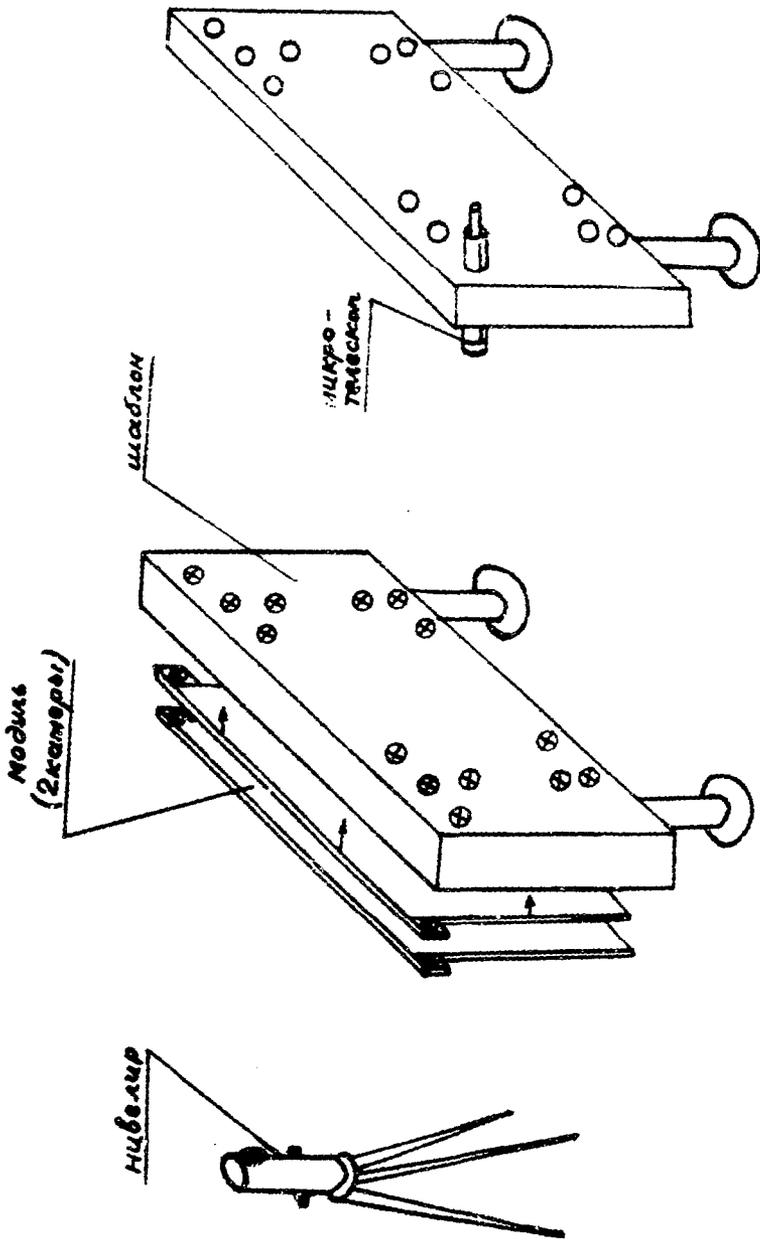


Рис.3. Стенд для аттестации камер

ЛИТЕРАТУРА

1. Бодонкин Б.В., Белошин О.Н., Благородов А.М. и др. 6-метровый магнитный искровой спектрометр ИТЭФ. М., Препринт ИТЭФ, 1973, № 86.
2. Корольков И.Я., Новикова Н.В., Ноздрачев В.Н. Способ съема информации с провслочных искровых камер в магнитном поле. М., Препринт ИТЭФ, 1972, № 922.
3. Порубаи Н.И. Определение положения точек угловыми пространственными засечками в сильном магнитном поле. М., Препринт ИТЭФ, 1973, № 58.

Б.В.Болонкин и др.

Геодезические измерения на спектрометре МИС ИТЭФ с электродинамическими камерами и константы геометрического восстановления

Редактор И.Н.Ломкина

Корректор О.Ю.Ольховникова

Работа поступила в ОНТИ 28.04.81

Подписано к печати 6.05.81

Т09816

Формат 60 x 90 1/16

Офсетн. печ. Усл.-печ.л.0,75

Уч.-изд.л.0,5.

Тираж 210 экз.

Заказ 62

Индекс 3624

Цена 5 коп.

Отпечатано в ИТЭФ, И17259, Москва, Б.Черемушкинская, 25

5 коп

ИНДЕКС 3624