

С 344.14

16/II-70

Г-521

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

1 - 4847



В.В. Глаголев, Е.И. Дьячков, Э.В. Козубский,
Р.М. Лебедев, Нго Куанг Зуй, И.С. Саитов

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ДИНАМИЧЕСКАЯ ДИСТОРСИЯ СЛЕДОВ ЧАСТИЦ
В 100-САНТИМЕТРОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ
ВОДОРОДНОЙ КАМЕРЕ ОИЯИ

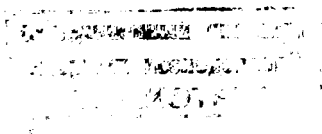
1969

1 - 4847

В.В. Глаголев, Е.И. Дьячков, Э.В. Козубский,
Р.М. Лебедев, Нго Куанг Зуй, И.С. Саитов

**ДИНАМИЧЕСКАЯ ДИСТОРСИЯ СЛЕДОВ ЧАСТИЦ
В 100-САНТИМЕТРОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ
ВОДОРОДНОЙ КАМЕРЕ ОИЯИ**

8193/2 нр.



Конструктивное выполнение 100-сантиметровой жидководородной пузырьковой камеры ОИЯИ/1/ таково, что возникающие при ее расширении токи жидкости (рис. 1) могут приводить к смещению образующихся пузырьков в стороны от плоскости симметрии камеры, т.е. к образованию бочкообразной дисторсии следов частиц/2,3/.

Данная работа посвящена исследованию возможных систематических ошибок, обусловленных этим эффектом. С этой целью было проведено облучение камеры π^- - мезонами с импульсом 5 Гэв/с (во избежание влияния остаточного намагничивания полюсов магнита камеры - до первого включения электромагнита). Пучок частиц проходил вдоль оси камеры и имел поперечные размеры 7 см в ширину и 2 см в высоту. Рабочий режим имел следующие параметры: $T = 28,3^\circ\text{K}$, $P_0 = 6,9 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$, $P_{\text{мин.}} = 3,7 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$, степень расширения $\approx 1\%$.

Были сделаны три серии фотографий при задержках вспышки ламп относительно момента прохождения частиц через камеру $\Delta t = 1,2$ и 4 мсек.

Измерения координат с последующим вычислением величины кривизны проводились для следов длиной не менее 90 см, расположенных в зоне ± 4 см от плоскости симметрии камеры. При этом было замечено некоторое увеличение кривизны по мере удаления следа от плоскости симметрии камеры (координата Y), а также при увеличении времени задержки Δt .

Результаты линейной интерполяции по методу наименьших квадратов зависимости экспериментальных значений кривизны k от координаты

у приведены в таблице, где K_0 и K_1 - коэффициенты выражения для кривизны:

$$K = K_0 + K_1 Y .$$

Применяемая стандартная процедура обработки результатов исключает влияние факторов, носящих статистический характер, таких, как многократное кулоновское рассеяние, ошибки измерений и т.п.

Таблица

Δt , мсек	$K_0 \cdot 10^5$, см ⁻¹	$K_1 \cdot 10^5$
1	$0,04 \pm 0,13$	$-0,04 \pm 0,07$
2	$0,32 \pm 0,14$	$0,14 \pm 0,07$
4	$1,00 \pm 0,19^{x)}$	$0,44 \pm 0,09$

Графики этой зависимости приведены на рис. 2. Видно, что дисторсия увеличивается с ростом времени задержки вспышки ламп, что свидетельствует о наличии эффекта уноса следов. Кроме того, ось симметрии поля дисторсии смещается несколько в сторону от плоскости симметрии камеры (примерно на 2 см в область отрицательных значений Y). Это смещение может быть отнесено за счёт несимметричного перемещения жидкого водорода в камере. Для рабочего диапазона задержек Δt до 2 мсек этот эффект может внести систематическую ошибку в кривизну следов частиц с импульсом 5 Гэв/с порядка 0,3%, что достаточно мало по сравнению с ошибкой, обусловленной многократным кулоновским рассеянием, составляющей в нашем случае 0,7%.

^{x/} Видно, что даже при $\Delta t = 4$ мсек радиус кривизны на оси камеры составляет ≈ 1000 метров.

Изменение поля дисторсии во времени демонстрирует рис. 3, на котором представлена зависимость коэффициентов K_1 , характеризующих зависимость дисторсии в поперечном направлении относительно плоскости симметрии камеры, от времени задержки Δt .

Точка пересечения интерполирующей прямой с осью абсцисс дает значение $\Delta t = (1,2 \pm 0,5)$ мсек. Поэтому для получения изображений следов с наименьшей дисторсией выгоднее всего работать в области задержек света от 0 до 1,2 мсек. Однако для получения необходимого контраста изображения пузырьков, определявшегося в основном режимом камеры, количеством света и параметрами применявшихся фотоматериалов, рабочие экспозиции проводились при задержках света 1,6 + 1,8 мсек. Интервал, в котором проходил через камеру пучок частиц, составлял по Y от -6 до $+6$ см. На основе полученных выше результатов видно, что это могло внести максимальную систематическую ошибку в кривизну пучкового следа ($5 \text{ Гэв/с} \cdot \pi^{-1}$), равную 0,8%, что сравнимо с ошибкой за счет многократного кулоновского рассеяния. Ясно, что относительный вклад этой ошибки в величину кривизны вторичных следов еще меньше.

В области меньших задержек Δt , вообще говоря, возрастает роль неучтенной в программах математической обработки оптической дисторсии. Величина этой дисторсии, благодаря применению специально коррегированной оптической системы фотосъемки^{4/}, является пренебрежимо малой. Например, систематическая кривизна проекции следа на плоскость $z = 0$ вследствие остаточной сферической аберрации во входном зрачке объективов в нашем случае выражается как

$$K_y = (8,35 \Delta Y - 1,31 \cdot 10^{-4} \Delta Y^3) \cdot 10^{-10} \text{ см}^{-1},$$

где ΔY – расстояние от плоскости симметрии камеры до следа (в мм). Видно, что в рабочей области камеры ($\Delta Y = -15 + +15$) K_y на два порядка меньше величины обсуждаемого эффекта.

Проведенное исследование показало, что систематические ошибки, вызванные дисторсией от уноса следов, невелики и что имеются возможности улучшения качества фотографий со 100-сантиметровой водородной пузырьковой камеры путем:

- а) фотографирования с оптимальными задержками Δt ,
- б) стабилизации пространственного положения пучка вблизи плоскости симметрии камеры,
- в) улучшения гидродинамики камеры.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность руководителю криогенного отдела доктору технических наук А.Г.Зельдовичу за внимание и поддержку, группе эксплуатации водородной камеры за помощь в работе при экспозициях, Л.А.Гончаровой и Л.С.Бойцовой за помощь в измерениях и расчётах.

Л и т е р а т у р а

1. A.V.Belonogov, A.A.Belushkina, R.Vinaver, V.N.Vinogradov, V.V.Glagolev, E.I.Dyachkov, A.G.Zel'dovich, N.K.Zel'dovich, E.V.Kozubsky, R.M.Lebedev, M.Maly, N.N.Melnikova, A.M.Moiseev, I.S.Saitov, Yu.A.Turbin, E.P.Ustenko, I.V.Chuvilo, and Yu.A.Shishov. *Nuclear Instruments and Methods*, 20, 114 (1963).
2. Ю.А.Александров, Г.С.Воронов, В.М.Горбунков, Н.Б.Делоне, Ю.И.Нечаев. *Пузырьковые камеры*, Атомиздат, Москва, 1963.
3. R.Budde, A.Burger, H.Filthuth, Y.Goldschmidt-Clermont, H.M.Mayer, D.R.O.Morrison, Ch.Peyrou and J.Trembley. *Nuovo Cimento*, 14, 778 (1959).
4. В.В.Глаголев, Э.В.Козубский, Л.Коларжик, Р.М.Лебедев, М.Малы, О.Сгон, И.Тума. *Препринт ОИЯИ*, 13-3031, Дубна, 1966.

Рукопись поступила в издательский отдел
9 декабря 1969 года.

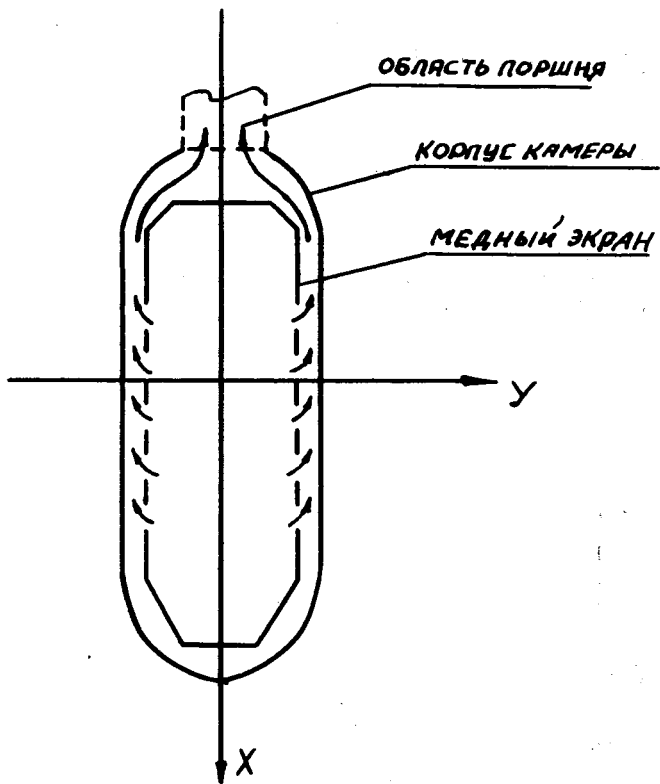


Рис. 1. Схема перемещения жидкого водорода в камере при расширении.

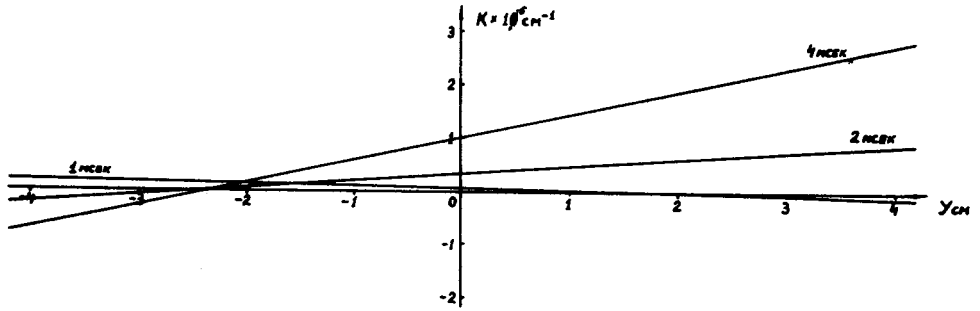


Рис. 2. Зависимость кривизны следов от поперечной координаты при разных задержках вспышки ламп.

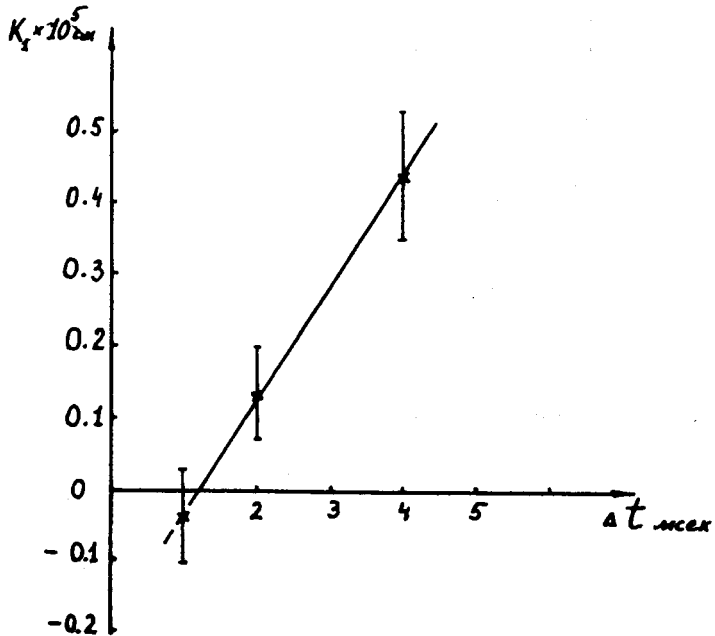


Рис. 3. Изменение поля дисторсии во времени.