

Харужеев Ю.Н.

Б1-10-8598.

С 344.19

Х-203



794/75

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б1-10-8598

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1975

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория ядерных проблем

Ю.Н.Харжеев

Б1-10-8598

КОНСТАНТЫ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МЕТРОВОЙ
ПРОПАН-ФРЕОНОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ

Библиотека Института
Ядерных Исследований
31 дек 74

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Дубна, 1974

§ I. Введение

Настоящая работа является продолжением исследований / I /, в которых была разработана методика определения констант оптической системы метровой пропан-фреоновой пузырьковой камеры (ПК-200)^{/2/} и с ее помощью были определены эти константы для одного из сеансов экспонирования камеры на пучке π^- мезонов с энергией около 5 Гэв при несколько различающихся концентрациях фреона в смеси с пропаном. Проведенная в работе /I/ проверка восстановления пространственных координат импульсов первичных частиц, эффективных масс V^0 частиц и кинематических параметров заряженных частиц показала, что их средние величины и ошибки хорошо согласуются с ожидаемыми. Поэтому в настоящей работе эта же методика использована для нахождения констант оптической системы ПК-200 для остальных сеансов экспонирования, а при проверке правильности их определения мы ограничились исследованием восстановления пространственных координат крестов.

§2. Измерение крестов

Для каждого отдельного сеанса экспонирования ПК-200 на некоторых произвольно взятых кадрах пленок были проведены на ПУОСах измерения крестов, нанесенных на предметные стекла объективов камеры (рис.2) и на рабочие стекла камеры (рис. Iб и в).

В I - 3 и 4 - 5 сеансах в качестве нижнего стекла использовались разные стекла с различными схемами расположения крестов, которые приведены, соответственно, на рис. Iв и Iб.

имели несколько различающиеся друг от друга значения. Особенно сильно различались коэффициенты α_2 и α_3 , что приводило к разным значениям α_1 . Для иллюстрации этого факта в таблице № I приведены данные, относящиеся к одному из сеансов экспонирования (III сеансу). Чтобы однозначно выделить коэффициенты α_1 , имеющий смысл масштаба фотографирования на верхнем стекле камеры, процедура минимизации функционала, используемого для определения $\{\alpha\}$, была проведена при $\alpha_2 = 0$ и $\alpha_3 = 0$. Полученные при этом значения α_1 для разных выборок оказались достаточно близкими друг другу (см. столбец $\alpha_{1,0}$ таблицы № I).

Значения α_1 , полученные путем усреднения по разным выборкам, были использованы как фиксированные параметры при нахождении α_2 и α_3 . Коэффициенты α_2 и α_3 , а также соответствующие им значения χ^2 приведены в таблице № I в столбцах α_2^* , α_3^* и χ^{2*} . Значения χ^{2*} оказываются меньше значений χ^2 , полученных при свободных параметрах $\{\alpha\}$. Для получения окончательного набора $\{\alpha\}$ коэффициенты $\alpha_{1,0}$, α_2^* , α_3^* по всем выборкам для каждого объектива и сеанса экспонирования были усреднены. Результаты приведены в таблице № 2.

Коэффициенты $\{\beta\}$, полученные по разным выборкам одного того же сеанса экспонирования и объектива так же, как и коэффициенты $\{\alpha\}$ заметно отличались друг от друга, в особенности величины β_2 и β_3 . Поэтому для выделения более однозначных решений $\{\beta\}$ была проведена процедура, аналогичная ранее описанной для нахождения коэффициентов $\{\alpha\}$. Сначала были определены β_1 при β_2 и β_3 , равных нулю, затем их усред-

ненные значения по всем выборкам одного и того же сеанса экспонирования были использованы как фиксированные параметры для нахождения величин β_2 и β_3 . Окончательный набор $\{\beta\}$ определялся усреднением значений β_2 и β_3 , полученных по разным выборкам (см. табл. № 2).

§ 4. Проверка восстановления пространственных координат крестов на рабочих стеклах камеры.

Пространственные координаты крестов на рабочих стеклах камеры вычислялись по формулам восстановления пространственных координат, которые применяются в программах геометрических реконструкций^{13,41}. Как и в работе¹¹, проверка восстановления пространственных координат крестов была проведена путем сравнения вычисленных и измеренных длин отрезков между крестами, расположенными в горизонтальных (для X координат) и вертикальных (для Y координат) рядах. При определении измеренных длин отрезков были использованы координаты X и Y крестов на верхнем и нижнем стеклах, измеренные на координатно-расточном станке. Z координаты верхнего и нижнего стекол полагались постоянными и равными, соответственно, 0 и 375,5 мм.

На рис. 3 - 6 приведены распределения разниц вычисленных и измеренных длин отрезков по X, Y и Z, соответственно, для 2, 3, 4 и 5 сеансов экспонирования, а в таблицах 2 - средние значения этих разниц и их среднеквадратичные отклонения. Точность определения координат крестов на верхнем стекле камеры лучше, чем на нижнем, поэтому в таблице № 2 приводятся результаты только для крестов на нижнем стекле. В последних двух столбцах таблицы 2 приведены χ^2 -значения функционала

по Z ^{14/} в его минимуме и N_r - количество точек (крестов), по которым определялся функцинал. Так как число параметров, т.е. коэффициентов $\{\alpha\}$ и $\{f\}$, равно 12, то приведенные в таблицах значения f^2 можно считать вполне удовлетворительными.

Из рис. 3 - 6 и таблицы 2 видно, что среднеквадратичные отклонения пространственных координат X, Y для всех сеансов экспонирования на III, IV и V, VI стереопарах не превышают 370 мк, а на I, II стереопарах - 410 мк. Z координаты на всех стереокадрах 2-4 сеансов экспонирования восстанавливаются со среднеквадратичным отклонением σ_z , меньшим 1,1 мм. Несколько хуже они восстанавливаются на стереокадрах I, II и V, VI пятого сеанса экспонирования, где σ_z достигает примерно 1,6 мм. Это объясняется тем, что в пятом сеансе экспонирования в качестве нижнего стекла было использовано плексовое стекло. В моменты сжатия-расширения камеры оно деформируется, поэтому глубина камеры не остается постоянной. Это в конечном счете приводит к более широкому распределению Z координат.

Что касается ненулевых значений средних величин распределений по ΔX и ΔY , то они имеют место на отрезках, длины которых составляли, соответственно для X и Y , 64 мм и 96 мм. Изменение длин таких отрезков до 0,5 мм привело бы к ошибкам в определении углов не более, чем $20'$, что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к точности восстановления углов в тяжело-жидкостных пузырьковых камерах ^{15/}.

§ 5. Заключение

Проведенный анализ оппоказывает , что пространственные координаты в камере восстанавливаются корректно и оптические константы , приведенные в таблице 2, могут быть рекомендованы для обработки пропан-фреоновых пленок.

Мне приятно выразить благодарность Ю. А. Будагову и В. Б. Виноградову за интерес к работе и Э. Стратан за большую помощь в подготовке исходного материала к счету на ЭВМ.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В. Г. Одинцов и Ю. Н. Харжеев.
Сообщение ОИЯИ, IO - 7677, Дубна, 1974.
2. А. В. Богомолов, Ю. А. Будагов, А. Т. Василенко, В. П. Желепов и др.
ПТЭ, 1964, I, 61
3. Н. Ф. Маркова, В. И. Мороз, В. И. Никитина, А. П. Стельмах,
Г. Н. Тентюкова.
Сообщение ОИЯИ, P1C-3768, Дубна, 1968
4. Н. А. Буздавина, В. Б. Виноградов, В. Б. Флягин.
Депонированная публикация, ОИЯИ, Б1-10-3572, Дубна, 1967
5. В. Б. Виноградов, Н. А. Усманова, Ю. Н. Харжеев и др.
Депонированная публикация, ОИЯИ, Б1-7715, Дубна, 1974.

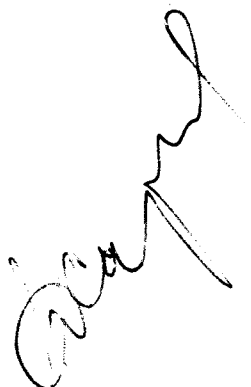


Таблица № I. Значения коэффициентов $\{d\}$ и f^2 для Ш и IV объективов по пленкам Ш сеанса экспонирования.
 $d_{1,0}$ -коэффициенты, полученные при $d_2 = 0$ и $d_3 = 0$.
 d_2^* и d_3^* -коэффициенты, полученные при усредненных значениях d_1 .

N_{ex}	$N_{\text{кадр}}$	$N_{\text{кр}}$	$N_{\text{об}}$	d_1	$d_2 \cdot 10^4$	$d_3 \cdot 10^6$	f^2	$d_{1,0}$	f_0^2	$d_2^* \cdot 10^4$	$d_3^* \cdot 10^6$	f_*^2
3704	383	38	Ш	6,546	-3,1	2,1	83	6,495	110	0,7	-2,2	66
			IV	6,429	4,2	-5,7	105	6,474	56	0,3	-0,8	71
3726	581	45	Ш	6,533	-1,9	0,5	67	6,501	120	1,2	-3,6	89
			IV	6,462	0,9	-1,1	530	6,471	530	-0,2	0,2	530
3750	988	41	Ш	6,558	-4,9	6,1	83	6,505	106	0,8	-2,4	77
			IV	6,436	3,9	-5,3	62	6,476	77	0,4	-0,8	55
3793	228	34	Ш	6,538	-2,2	1,1	66	6,503	49	1,3	-3,8	67
			IV	6,449	2,6	-3,5	63	6,477	38	0,2	-0,3	61
3793	247	23	Ш	6,551	-3,7	2,9	36	6,499	55	1,3	-3,7	39
			IV	6,444	3,3	-5,1	40	6,476	27	-0,1	-0,6	33
3796	583	26	Ш	6,532	-1,8	0,3	40	6,499	103	1,3	-3,7	54
			IV	6,445	2,9	-4,1	34	6,474	45	0,2	-0,6	45

Таблица № 2. Коэффициенты $\{\alpha\}$ и $\{\beta\}$, средние значения разниц вычисленных и измеренных длин отрезков и их среднеквадратичные отклонения.

N изм.	N об.	α_1	$\alpha_2 \cdot 10^4$	$\alpha_3 \cdot 10^6$	$\beta_1 \cdot 10^2$	$\beta_2 \cdot 10^3$	$\beta_3 \cdot 10^5$	$\frac{\Delta X}{\sigma_x}$	$\frac{\Delta Z}{\sigma_z}$	$\frac{\Delta Y}{\sigma_y}$	f^2	N_T
II	1	6,422	1,7	-3,9	7,87	-7,5	3,7	250	180	540	4	19
	2	6,487	0,8	-5,3	7,92	-2,3	1,3	400	1080	400		
	3	6,500	1,4	-3,6	7,86	-1,7	0,8	-260	-20	-160	5	24
	4	6,477	0,5	-1,3	7,85	4,7	-2,4	250	940	370		
	5	6,519	1,2	-4,2	7,93	-5,9	2,8	120	200	20	4	17
	6	6,488	0,6	-1,9	7,87	-4,8	2,6	190	530	160		
III	1	6,422	0,5	-0,7	7,89	-3,4	2,1	390	-60	490	3	14
	2	6,482	1,9	-6,4	7,92	3,0	-1,6	400	950	410		
	3	6,500	1,1	-3,5	7,87	-1,7	0,7	-310	-70	-140	7	19
	4	6,475	0,1	-0,3	7,88	5,7	-3,3	330	620	360		
	5	6,517	3,5	-11,4	7,90	-10,1	4,3	260	110	-40	2	16
	6	6,490	0,8	-2,6	7,85	-3,8	2,4	320	790	280		
IV	1	6,420	3,4	-6,5	7,87	-0,2	0,5	90	100	100	3	30
	2	6,484	-0,2	-2,3	7,97	-3,5	1,8	130	720	170		
	3	6,492	0,5	-1,5	7,96	4,6	-2,9	-180	0	-220	8	33
	4	6,495	0,2	-0,6	7,93	6,5	-3,1	230	1030	200		
	5	6,507	-0,3	-1,1	7,93	-1,9	1,2	-130	160	-330	3	30
	6	6,494	0,9	-3,2	7,96	-0,4	2,0	180	650	300		
V	1	6,422	-1,1	3,4	8,09	-7,0	4,6	-60	-60	50	13	25
	2	6,482	1,9	-6,3	7,91	-1,6	5,0	140	1520	140		
	3	6,486	0,5	-1,2	8,07	8,5	-6,0	-330	-240	-290	16	41
	4	6,488	0,6	-2,2	8,05	6,3	-4,5	290	1300	240		
	5	6,513	0,4	-1,1	7,93	12,6	-2,3	-150	-360	-220	22	34
	6	6,494	0,4	-1,0	7,96	20,3	-3,6	180	1620	300		

Таблица № 2. Коэффициенты $\{\alpha\}$ и $\{\beta\}$, средние значения разниц вычисленных и измеренных длин отрезков и их среднеквадратичные отклонения.

N сегм.	N об.	α_1	$\alpha_2 \cdot 10^4$	$\alpha_3 \cdot 10^6$	$\beta_1 \cdot 10^2$	$\beta_2 \cdot 10^4$	$\beta_3 \cdot 10^5$	$\frac{\Delta X}{\sigma_X}$	$\frac{\Delta Z}{\sigma_Z}$	$\frac{\Delta Y}{\sigma_Y}$	f^2	N_T
II	1	6,422	1,7	-3,9	7,87	-7,5	3,7	250	180	540	4,	19
	2	6,487	0,8	-5,3	7,92	-2,3	1,3	400	1080	400		
	3	6,500	1,4	-3,6	7,86	-1,7	0,8	-260	-20	-160	5,	24
	4	6,477	0,5	-1,3	7,85	4,7	-2,4	250	940	370		
	5	6,519	1,2	-4,2	7,93	-5,9	2,8	120	200	20	4,	17
	6	6,488	0,6	-1,9	7,87	-4,8	2,6	190	930	160		
III	1	6,422	0,5	-0,7	7,89	-3,4	2,1	390	-60	490	3,	14
	2	6,482	1,9	-6,4	7,92	3,0	-1,6	400	950	410		
	3	6,500	1,1	-3,5	7,82	-1,2	0,2	-310	-70	-140	2,	19
	4	6,475	0,1	-0,3	7,88	5,7	-3,3	330	620	360		
	5	6,517	3,5	-11,4	7,90	-10,1	4,3	260	110	-40	2,	16
	6	6,490	0,8	-2,6	7,85	-3,8	2,4	320	790	280		
IV	1	6,420	3,4	-6,5	7,87	-0,2	0,5	90	100	100	3,	30
	2	6,484	-0,2	-2,3	7,97	-3,5	1,8	130	720	170		
	3	6,492	0,5	-1,5	7,96	4,6	-2,9	-180	0	-220	8,	33
	4	6,495	0,2	-0,6	7,93	6,5	-3,1	230	1030	200		
	5	6,507	-0,3	-1,1	7,93	-1,9	1,2	-130	160	-330	3,	30
	6	6,494	0,9	-3,2	7,96	-0,4	2,0	180	650	300		
V	1	6,422	-1,1	3,4	8,09	-7,0	4,6	-60	-60	50	13,	25
	2	6,482	1,9	-6,3	7,91	-1,6	5,0	140	1520	140		
	3	6,486	0,5	-1,2	8,07	8,5	-6,0	-330	-240	-290	16,	41
	4	6,488	0,6	-2,2	8,05	6,3	-4,5	290	1300	240		
	5	6,513	0,4	-1,1	7,93	12,6	-2,3	-150	-360	-220	22,	34
	6	6,494	0,4	-1,0	7,96	20,3	-3,6	180	1620	300		

Таблица № 2. Коэффициенты $\{\alpha\}$ и $\{\beta\}$, средние значения разниц вычисленных и измеренных длин отрезков и их среднеквадратичные отклонения.

N сеан.	N об.	α_1	$\alpha_2 \cdot 10^4$	$\alpha_3 \cdot 10^6$	$\beta_1 \cdot 10^2$	$\beta_2 \cdot 10^4$	$\beta_3 \cdot 10^5$	$\frac{\overline{\Delta X}}{\sigma_x}$	$\frac{\overline{\Delta Z}}{\sigma_z}$	$\frac{\overline{\Delta Y}}{\sigma_y}$	f^2	N_T
II	I	6,422	1,7	-3,9	7,87	-7,5	3,7	<u>250</u>	<u>180</u>	<u>540</u>	4,	19
	2	6,487	0,8	-5,3	7,92	-2,3	1,3	400	1080	400		
	3	6,500	1,4	-3,6	7,86	-1,7	0,8	<u>-260</u>	<u>-20</u>	<u>-160</u>	5,	24
	4	6,477	0,5	-1,3	7,85	4,7	-2,4	250	940	370		
	5	6,519	1,2	-4,2	7,93	-5,9	2,8	<u>120</u>	<u>200</u>	<u>20</u>	4,	17
	6	6,488	0,6	-1,9	7,87	-4,8	2,6	190	930	160		
III	I	6,422	0,5	-0,7	7,89	-3,4	2,1	<u>390</u>	<u>-60</u>	<u>490</u>	3,	14
	2	6,482	1,9	-6,4	7,92	3,0	-1,6	400	950	410		
	3	6,500	1,1	-3,5	7,82	-1,2	0,2	<u>-310</u>	<u>-70</u>	<u>-140</u>	2,	19
	4	6,475	0,1	-0,3	7,88	5,7	-3,3	330	620	360		
	5	6,517	3,5	-11,4	7,90	-10,1	4,3	<u>260</u>	<u>110</u>	<u>-40</u>	2,	16
	6	6,490	0,8	-2,6	7,85	-3,8	2,4	320	790	280		
IV	I	6,420	3,4	-6,5	7,87	-0,2	0,5	<u>90</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	3,	30
	2	6,484	-0,2	-2,3	7,97	-3,5	1,8	130	720	170		
	3	6,492	0,5	-1,5	7,96	4,6	-2,9	<u>-180</u>	<u>0</u>	<u>-220</u>	8,	33
	4	6,495	0,2	-0,6	7,93	6,5	-3,1	230	1030	200		
	5	6,507	-0,3	-1,1	7,93	-1,9	1,2	<u>-130</u>	<u>160</u>	<u>-330</u>	3,	30
	6	6,494	0,9	-3,2	7,96	-0,4	2,0	180	650	300		
V	I	6,422	-1,1	3,4	8,09	-7,0	4,6	<u>-60</u>	<u>-60</u>	<u>50</u>	13,	25
	2	6,482	1,9	-6,3	7,91	-1,6	5,0	140	1520	140		
	3	6,486	0,5	-1,2	8,07	8,5	-6,0	<u>-330</u>	<u>-240</u>	<u>-290</u>	16,	41
	4	6,488	0,6	-2,2	8,05	6,3	-4,5	290	1300	240		
	5	6,513	0,4	-1,1	7,93	12,6	-2,3	<u>-150</u>	<u>-360</u>	<u>-220</u>	22,	34
	6	6,494	0,4	-1,0	7,96	20,3	-3,6	180	1620	300		

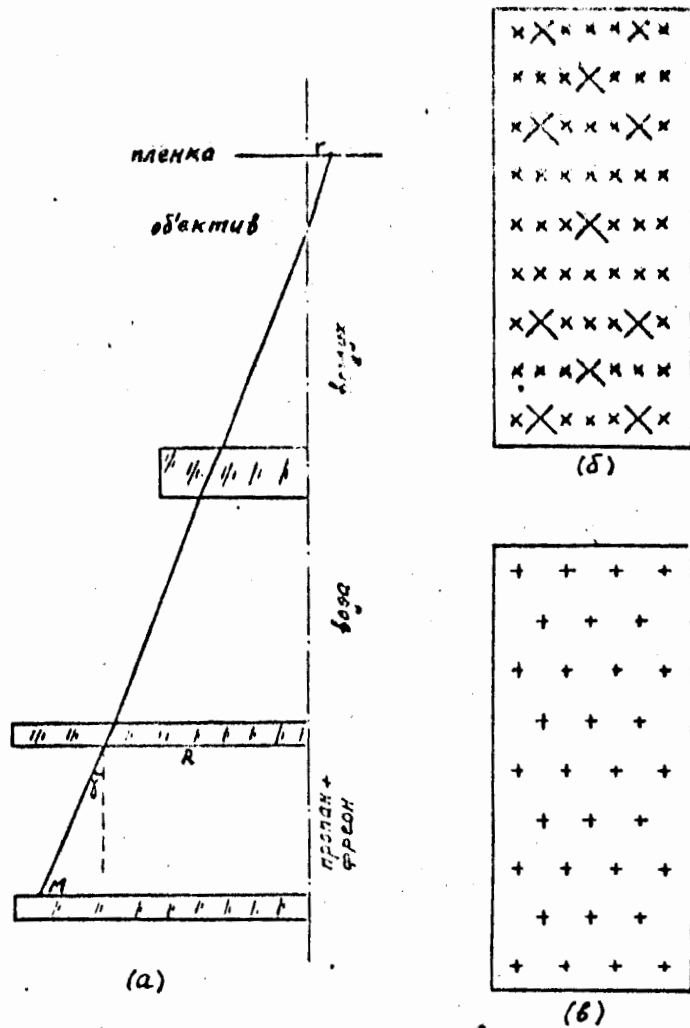


Рис.1. Оптическая схема метровой пузырьковой камеры (а).
 Схема расположения крестов на верхнем (б) и нижнем (в)
 стеклах камеры.

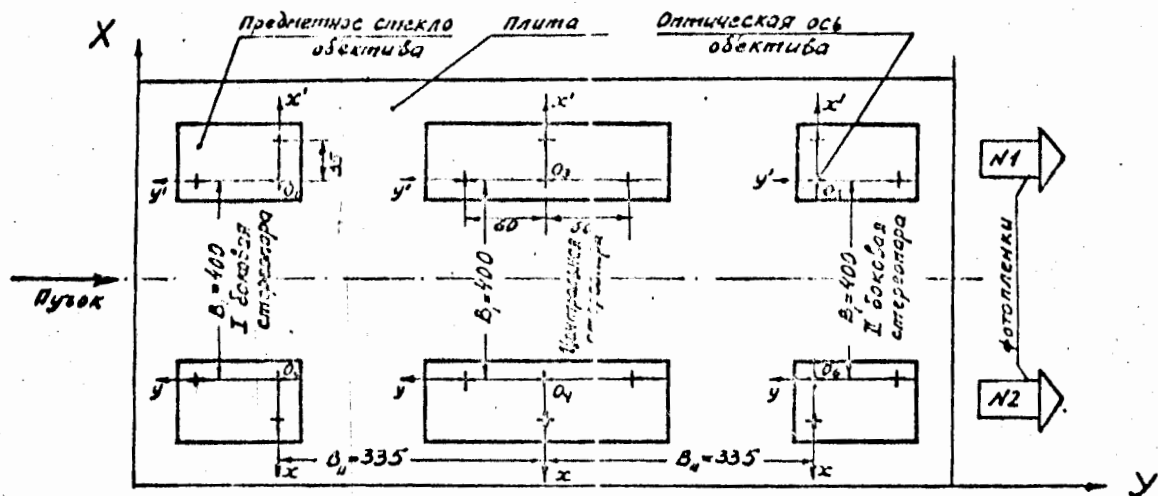


Рис.2. Схема расположения объективов на плите и реперных пере-
 крестий на предметных стеклах объективов.