

## ОСВЕЩЕНИЕ КАМЕРЫ ВИЛЬСОНА НА ОСНОВЕ РУБИНОВОГО ЛАЗЕРА

Ю. В. Анищенко, Ф. И. Паначев

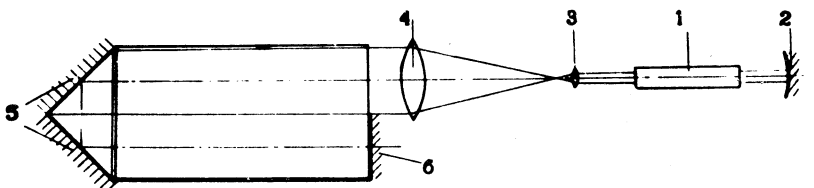
Для освещения камеры Вильсона применяют, как правило, цилиндрические импульсные лампы и оптические системы, составленные из цилиндрических линз. Так как цилиндрическая оптика не гомоцентрична, трудно получить достаточно контрастное освещение следов при полном использовании объема камеры. Нами сооружен и эксплуатировался в течение двух лет осветитель, в котором источником света являлся рубиновый лазер<sup>\*</sup>). При этом камера Вильсона размером  $800 \times 400 \times 220$  мм<sup>3</sup> освещалась практически на всю глубину. Сила света и однородность пучка были достаточными, чтобы регистрировать отдельные капли повсюду в рабочей зоне камеры. На нашем приборе, как будет показано ниже, удовлетворительно решалась задача измерения ионизационных потерь релятивистских частиц.

Оптическая система прибора (см. рис. 1) состоит из квантового генератора на рубине (1), сферического зеркала (2), телескопической системы линз (3,4), двух поворотных зеркал (5), прямого зеркала (6). Накачка рубина ( $\varnothing$  15 мм и длиной 240 мм) осуществлялась двумя лампами ИФП-5000, помещенными внутри двух-эллипсного рефлектора. В резонатор входит сферическое зеркало (2) с диэлектрическим покрытием, рассчитанным на отражение 100% света с длиной волны  $6943 \text{ \AA}$ .

---

<sup>\*</sup>) Первый опыт освещения камеры с помощью лазера описан в работе /1/.

и с радиусом кривизны 750 мм и зеркало (6). Зеркала (5) служат для поворота луча и для полного использования объема камеры. Угол между ними составляет  $90^\circ$ ; диэлектрическое покрытие обеспечивает 100%-ное отражение света, падающего под углом  $45^\circ$ . Линзы (3,4) имеют фокусные расстояния 50 и 650 мм соответственно. Диаметр большой линзы (4) – 200 мм. Линзы располагаются софокусно.



Р и с. 1. Схема освещения камеры Вильсона с помощью рубинового лазера.

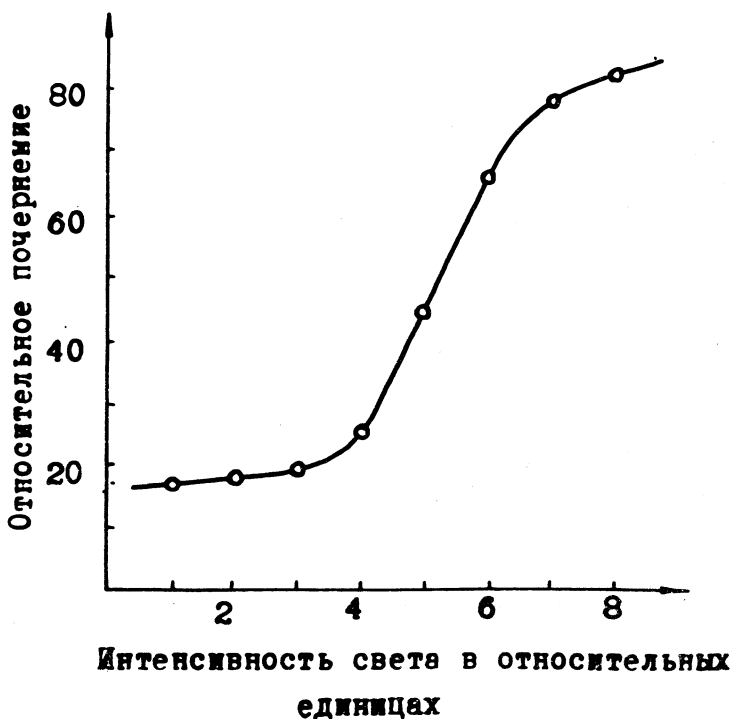
Пучок света расширяется телескопической парой линз до нужных размеров, а затем проходит последовательно верхнюю и нижнюю части камеры и обратно, отражаясь в зеркале (6). Прохождение камеры дважды, в прямом и обратном направлениях, увеличивает и уравнивает освещенности обеих ее частей. Лазер (1), диэлектрическое зеркало (2) и линзы (3), (4) располагаются на оптической скамье на специальных подставках с держателями; последние имеют механизмы бокового смещения и поворота вокруг двух взаимно перпендикулярных осей. Зеркала (5), (6) крепятся на камере. Оптическая система настраивается с помощью газового лазера типа ОКГ-13. После приобретения некоторого опыта настройка занимает не более получаса. Включение всей оптической системы, и камеры в том числе, в резонатор улучшает однородность пучка, так как мы имеем дело при этом с резко несимметричным резонатором /2/.

Использована простейшая схема питания импульсных ламп. Лампы ИФП-5000 включены последовательно и присоединены к батарее конденсаторов (16 штук ИМ-5/150). Для сглаживания фронта импульса служил воздушный дроссель с  $L = 0,6$  мкн, так что длительность импульса тока составила  $\sim 3,8$  мсек. Напряжение на батарее конденсаторов в рабочих условиях составляло 3,9 кв, при этом электрическая энергия, выделяемая в лампах, была около 10 кдж, а энергия световой вспышки лазера порядка 100 дж. Надо заметить, что эти цифры являются только ориентировочными, поскольку КПД квантового генератора зависит от качества кристалла рубина, настройки оптической системы и, кроме того, от величины неизбежных потерь в дросселе и подводящих проводах, зависящих от конструкции высоковольтной части источника питания.

Однородность лазерного пучка измерялась в свете, проходящем через сферическое зеркало резонатора. Таким образом, при измерениях мы не вносили искажений в процесс генерации света. Свет, проходящий через зеркало (2) и ослабленный серией светофильтров, попадал на фотопленку, характеристическая кривая чувствительности которой приведена на рис. 2. Пленку фотометрировали, причем на каждом кадре было взято по 80 контрольных точек, расстояние между которыми по вертикали и горизонтали составляло 3 мм. Из кривой почернения пленки видно, что для анализа распределения силы света внутри пучка следует взять фотографии, когда  $I = 5$  (интенсивность  $I$  света, попадающего на фотопленку, выражена в относительных единицах). Для этой серии распределение относительного почернения в среднем сечении пучка можно видеть на рис. 3. Постоянство силы света в области локализации луча следует признать весьма удовлетворительным, в особенности, учитывая то обстоятельство, что освещение рабочего объема камеры Вильсона всегда производится с некоторым запасом по интенсивности.

С помощью описанной здесь системы было получе-

но около 10 тысяч аналогичных фотографий. Съемка велась стереоаппаратом с двумя объективами, имеющими фокусное расстояние 53 мм и относительное отверстие 1/5,6. Масштаб фотографирования был  $\sim 1 : 10$ .

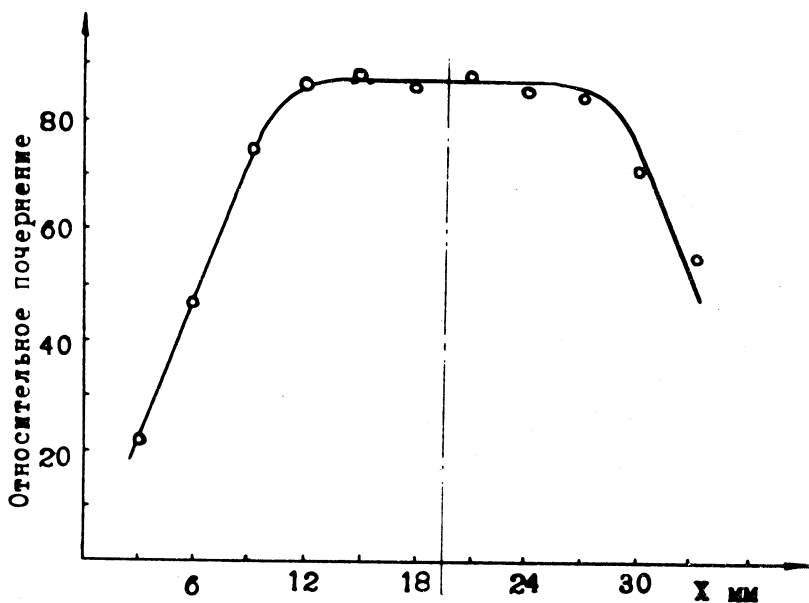


Р и с. 2. Характеристическая кривая пленки.

Вспышка света запаздывала относительно момента окончания расширения на 180 мсек. Использовалась аэрофотоэмульсия типа 15 А и контрастный метол-гидрохиноновый проявитель.

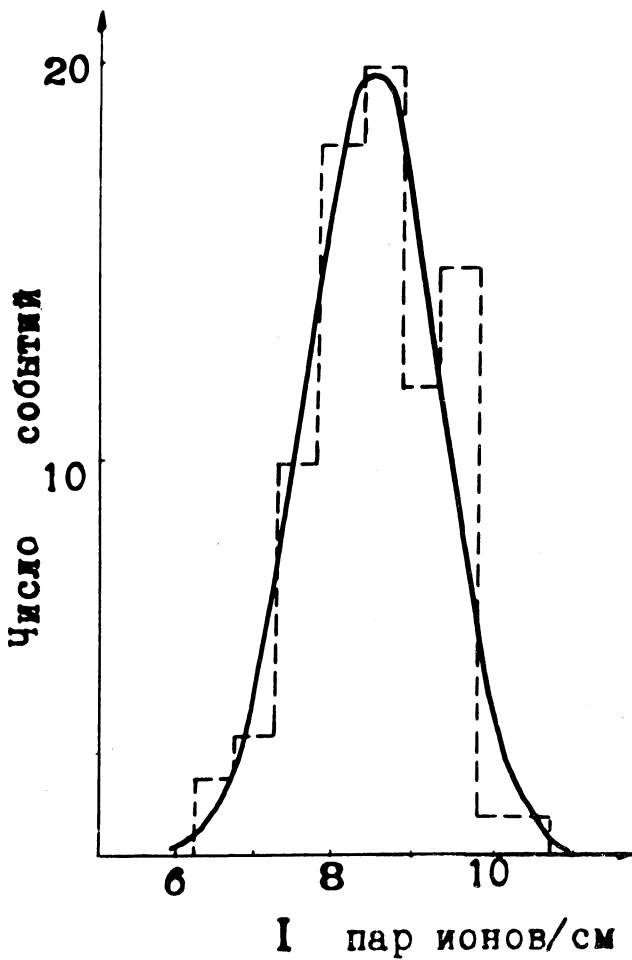
Контрольное измерение удельной ионизации электронов в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле и наполненной гелием до давления  $1000 \pm 3$  мм рт. ст. и парами

спирта и воды (80%  $C_2H_5OH$  в жидкости) при температуре окружающей среды  $17,6 \pm 0,05^\circ C$ , проводилось по методу счета интервалов между каплями /3/. Электроны, испускаемые радиом и отсортированные по импульсу в спектрометре с фокусировкой в поперечном



Р и с. 3. Распределение относительных почернений на пленке в среднем сечении лазерного луча.

магнитном поле, инжектировались в камеру в течение 15 – 20 мсек. Отобранные для измерения следы соответствовали импульсам электронов в интервале 1,5 – 2,2 Мэв/с. В этом интервале удельная ионизация слабо зависит от импульса, так как это область минимума кривой ионизационных потерь. Фотографии следов проектировались на экран в натуральную величину с учетом увеличения в средней части измеряемого следа. Видимая часть камеры разбивалась на 8 равных по



Р и с. 4. Распределение частоты событий в зависимости от удельной ионизации, полученной в результате измерений. Сплошная линия - нормальное распределение.

площади частей. В каждой части измерению были подвергнуты следы в указанном выше интервале. Всего было обмерено 82 следа, по 9 - 11 следов из каждой части камеры. Длина измеренного участка составила в среднем 16,5 см. Кривая распределения  $n(I_{\text{ср}})$ , суммирующая данные по всем частям камеры, представлена на рис. 4. Эта кривая хорошо аппроксимируется гауссианом с  $I_{\text{ср}} = 8,5$  пар ионов/см и  $\sigma = 0,8$  ( $P(\chi^2) = 75\%$ ), что хорошо согласуется с данными работы /3/. Полученное  $\sigma$  находится в удовлетворительном согласии со среднеквадратичной ошибкой индивидуальных измерений. Не обнаруживается заметного вклада в дисперсию неоднородности освещения.

Поступила в редакцию  
6 сентября 1971 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. М. Д. Галанин и др. Труды XII международной конференции по физике высоких энергий. Дубна, 1964 г., том 2, стр. 513-516.
2. А. М. Леонтович, В. Л. Чуркин. ЖЭТФ, 59, 7 (1970).
3. С. Ballaric, A. De Marco, R. D. Fortune, C. Verkerk. Nuovo Cimento., 19, 1142 (1962).