

0345.0

5-2021

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

2055



В.С. Балашова, В.И. Котов, Е.Д. Пашков,  
А.М. Фролов, О.Н. Цисляк

ПРИБОР ДЛЯ МАГНИТО-ОПТИЧЕСКОЙ ЮСТИРОВКИ  
КВАДРУПОЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ ЛИНЗ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1965

В.С. Балашова, В.И. Котов, Е.Д. Пашков,  
А.М. Фролов, О.Н. Цисляк

ПРИБОР ДЛЯ МАГНИТО-ОПТИЧЕСКОЙ ЮСТИРОВКИ  
КВАДРУПОЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ ЛИНЗ

Объединенный инсти  
тут ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

3180/3 нр.

## 1. Принцип работы прибора

При формировке пучков вторичных заряженных частиц для обеспечения минимальных отклонений пучка от выбранного направления и, следовательно, уменьшения нелинейных аберраций необходима высокая точность юстировки элементов магнитной оптической системы. Юстировка магнитных квадруполей, выполненная по геометрическим осям и плоскостям симметрии, из-за несовпадения их с магнитными не обладает высокой точностью и в ряде случаев не отвечает требованиям, предъявляемым к магнитной оптике. Особенно высокая точность юстировки магнитных квадруполей необходима при создании магнитных каналов для формировки чистых пучков. В последнем случае юстировка магнитных квадруполей должна обеспечить совпадение магнитных осей квадруполей с направлением пучка и совпадение соответствующих магнитных плоскостей симметрии всех квадруполей.

В работе <sup>/1/</sup> описывается метод осевой юстировки магнитных квадруполей, который использует эффект Коттона-Мутона <sup>/2/</sup>, обуславливающий вращение плоскости поляризации света, падающего перпендикулярно к плоскопараллельному слою вещества, в параллельном этому слою магнитном поле. Использование в качестве среды, магнито-вращающей плоскость поляризации света, коллоидного раствора  $Fe_3O_4$ , который обладает высокой поляризующей способностью во внешнем магнитном поле, приводит к сильной анизотропии этой среды и, следовательно, сильному проявлению указанного эффекта. Так как вращение плоскости поляризации связано с направлением магнитного поля, то интенсивность плоско-поляризованного света, прошедшего слой коллоида, установленного в магнитном поле линзы перпендикулярно ее оси, при наблюдении через анализатор отразит симметрию в топографии магнитного поля.

## 2. Описание прибора

Схема прибора для магнито-оптической юстировки квадрупольных магнитных линз изображена на рис. 1. Параллельный пучок света, создаваемый кинопроекционной лампой мощностью 350 вт (1), однолинзовым конденсором (2) и параболическим зеркалом (3), проходит через поляризатор (4) и падает перпендикулярно на плоскопараллельный плексигласовый сосуд (5) с толщиной стенок по пучку света 1 мм. В сосуд заливается коллоидный раствор  $Fe_3O_4$ , образующий слой толщиной (3-7) мм. Рас-

стояние конденсора от источника света может изменяться, поляриод поворачивается относительно оптической оси осветителя. Параболическое зеркало служит для создания более однородной плотности света в световом пучке. Освещаемый сосуд с коллоидом наблюдают с помощью телескопа (нивелир, теодолит) через анализатор (6). Сосуд с коллоидом, диафрагма (7) и анализатор, установленные на подвижной тележке (8), с помощью многозаходного винта (9) могут быстро перемещаться с одного конца линзы на другой. Все элементы прибора центрированы относительно оси светового пучка на общей платформе (10). Платформа с собранной оптической системой устанавливается в приосевой области магнитной линзы на плиту (11). Профиль плиты соответствует двум нижним полюсам линзы, на которые опирается эта плита. Все элементы прибора изготовлены из немагнитного материала. Общий вид прибора с установочной плитой приведен на рис. 2.

### 3. Юстировка квадруполи

Прибор устанавливается в грубо съюстированный магнитный квадруполь. При отсутствии магнитного поля в линзе поворотом поляриода (или анализатора) добиваются полного гашения света, прошедшего через коллоид и наблюдаемого через телескоп.

При включении линзы в поле зрения появляется темное "перекрестье" на красном фоне, центр которого соответствует оси магнитной симметрии (рис. 1 и 3). Если телескоп выставлен на выбранных высоте или направлении пучка частиц, то, перемещая сосуд с коллоидом вдоль оси линзы и соответственно изменяя положение или высоту установки линзы, нетрудно прозвестив осевую юстировку квадруполи.

### 4. Состав коллоида

Свежеприготовленный коллоидный раствор представляет из себя буро-коричневую малопрозрачную мыльную жидкость. Правильно приготовленный коллоид сохраняется в течение нескольких суток, не коагулируя. В литературе<sup>х/3,4/</sup> приводятся несколько рецептов приготовления коллоида, однако наиболее простым является коллоид, предложенный W.C. Elmer'om<sup>(3)</sup>, рецепт этого коллоида воспроизводится ниже.

---

<sup>х/</sup> В одном из рецептов, приведенных в работе (4), используется вещество с фирменным названием "Celacol", которым является диметиловый эфир целлюлозы.



2 г  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  и 54 г  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  растворяются в 300 см<sup>3</sup> дистиллированной воды при  $t^\circ = 70^\circ\text{C}$ . К этому раствору при постоянном помешивании добавляют 5 г  $\text{NaOH}$ , растворенных в 50 см<sup>3</sup> воды. Образуется тяжелый осадок. Осадок фильтруется и промывается дистиллированной водой для удаления солей и остатка  $\text{NaOH}$ , а затем промывается (пептизируется) 0,01N раствором  $\text{HCl}$ . Обработанный таким образом осадок добавляется к 0,5%-ному раствору олеата натрия и кипятится до образования коллоида.

### 5. Точность метода

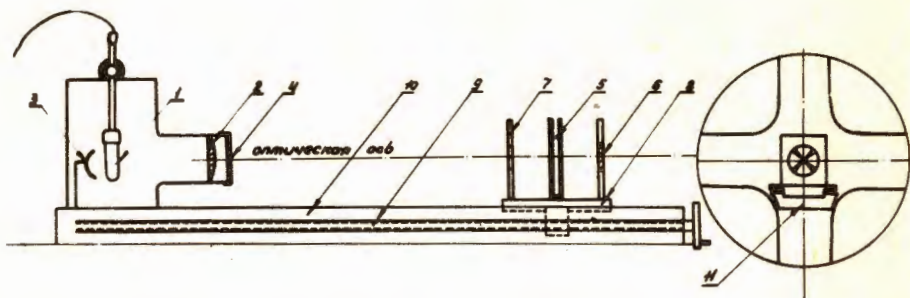
Юстировка магнитных линз по их геометрическим элементам симметрии не позволяет выставить линзы по направлению и высоте с точностью лучше (0,5 ÷ 0,8) мм. Описанная выше методика, использованная в работе /1/ и в юстировочных работах в ОИЯИ, позволяет выставлять магнитные квадруполь на одной оси с точностью = 0,1 мм. Точность метода лимитируется шириной линий "перекрестья" и эффектом преломления в средах, через которые проходит свет. Поэтому необходимо тщательно готовить коллоид, использовать тонкий слой коллоида и сосуд с тонкими стенками. Очевидно, на точности метода будут сказываться непараллельность светового пучка и состояние оптических поверхностей.

В заключение авторы считают своим долгом выразить благодарность сотрудникам Лаборатории В.Г. Аксенову и М.Г. Писаревой за помощь в работе.

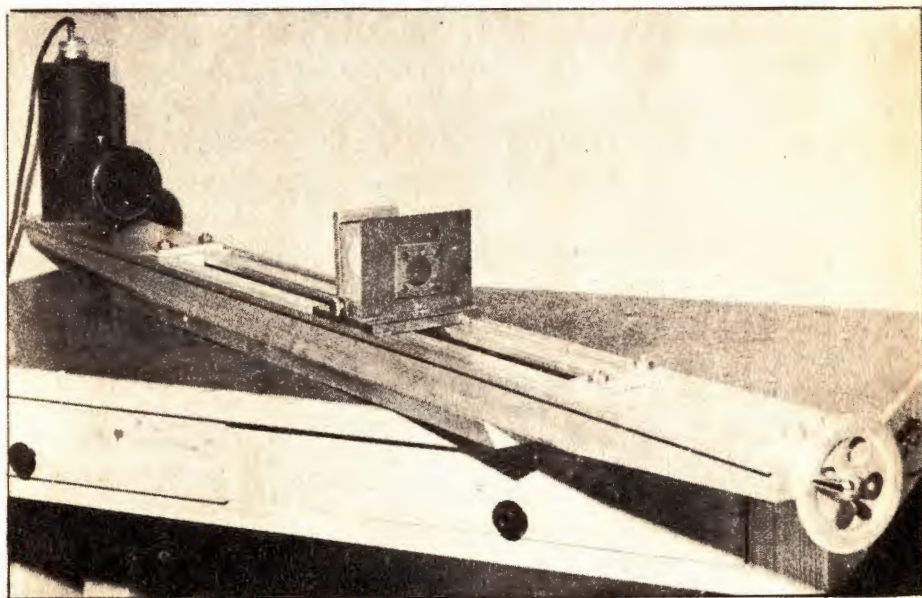
### Л и т е р а т у р а

1. R.Gouiran, CERN, MPS Int. AL 62-4.
2. Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшиц. Электродинамика сплошных сред, ГИТТЛ, Москва, 1957.
3. W.C.Elmore, Phys. Rev., 54, No 4, 309 (1938).
4. D.J.Craik, P.M.Griffiths., Proc. Phys. Soc., B 70, 1000 (1957).

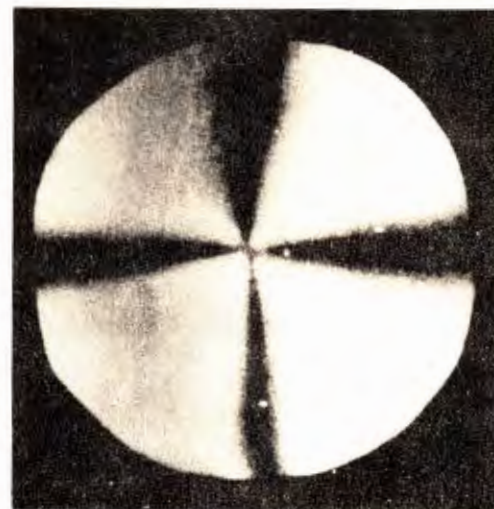
Рукопись поступила в издательский отдел  
8 марта 1965 г.



Р и с. 1. Схема прибора для магнито-оптической юстировки квадруполей.



Р и с. 2. Общий вид юстировочного прибора с установочной плитой.



Р и с. 3. Фотография коллоидного слоя в магнитном поле квадруполя.