

Вестник МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 4 — 1963

И. ГРАНЧА, Е. А. РОМАНОВСКИЙ, Г. Ф. ТИМУШЕВ, М. М. ХАСАНИ

СВЕТОСИЛЬНЫЕ ПОЛЯРИМЕТРЫ ДЛЯ ПРОТОНОВ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ЭНЕРГИЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ РАБОТЫ СОВМЕСТНО С МАГНИТНЫМ АНАЛИЗАТОРОМ

Описываются углеродные и гелиевые поляриметры, предназначенные для применения совместно с магнитным анализатором. Поляриметры обладают относительно большой светосилой. Гелиевый поляриметр пригоден для измерений поляризации нейтронов. Магнитный анализатор значительно упрощает работу с такими поляриметрами.

В настоящее время наиболее простым и удобным методом измерения поляризации пучка протонов малых и средних энергий является метод определения асимметрии рассеяния на мишени-поляриметре. Трудности в такого рода экспериментах обусловлены тем, что, как правило, исследуемые пучки протонов малоинтенсивны. Это накладывает определенные условия на эффективность, светосилу и, что особенно важно, на наличие фоновых отсчетов в регистрирующей системе поляриметра.

Поляриметр должен обладать достаточно большой светосилой. Под светосилой поляриметра удобней всего понимать (по аналогии со светосилой магнитного анализатора [1]) произведение эффективной площади мишени-поляриметра на телесный угол, определяемый диафрагмой счетчиков для центра мишени-поляриметра. В случае использования газообразной мишени-поляриметра под площадью мишени можно понимать среднее сечение пучка внутри поляриметра или площадь входной щели, если пучок можно считать параллельным.

Эффективность поляриметра определяется величиной отношения счета влево-вправо для полностью поляризованного пучка. Так как обычно угол рассеяния от мишени-поляриметра выбирается оптимальным с точки зрения поляризации под этим углом, величины сечения рассеяния, величины фона и т. д., то ясно, что увеличение телесного угла ухудшает эффективность поляриметра. Описываемые здесь углеродные поляриметры рассчитаны для работы совместно с магнитным анализатором, они имеют высокие и узкие входные отверстия-щели, так как разрешающая способность магнитного анализатора ухудшается при уширении щели.

На рис. 1 представлен вариант углеродного поляриметра с электрической регистрацией частиц. Исследуемый пучок протонов прохо-

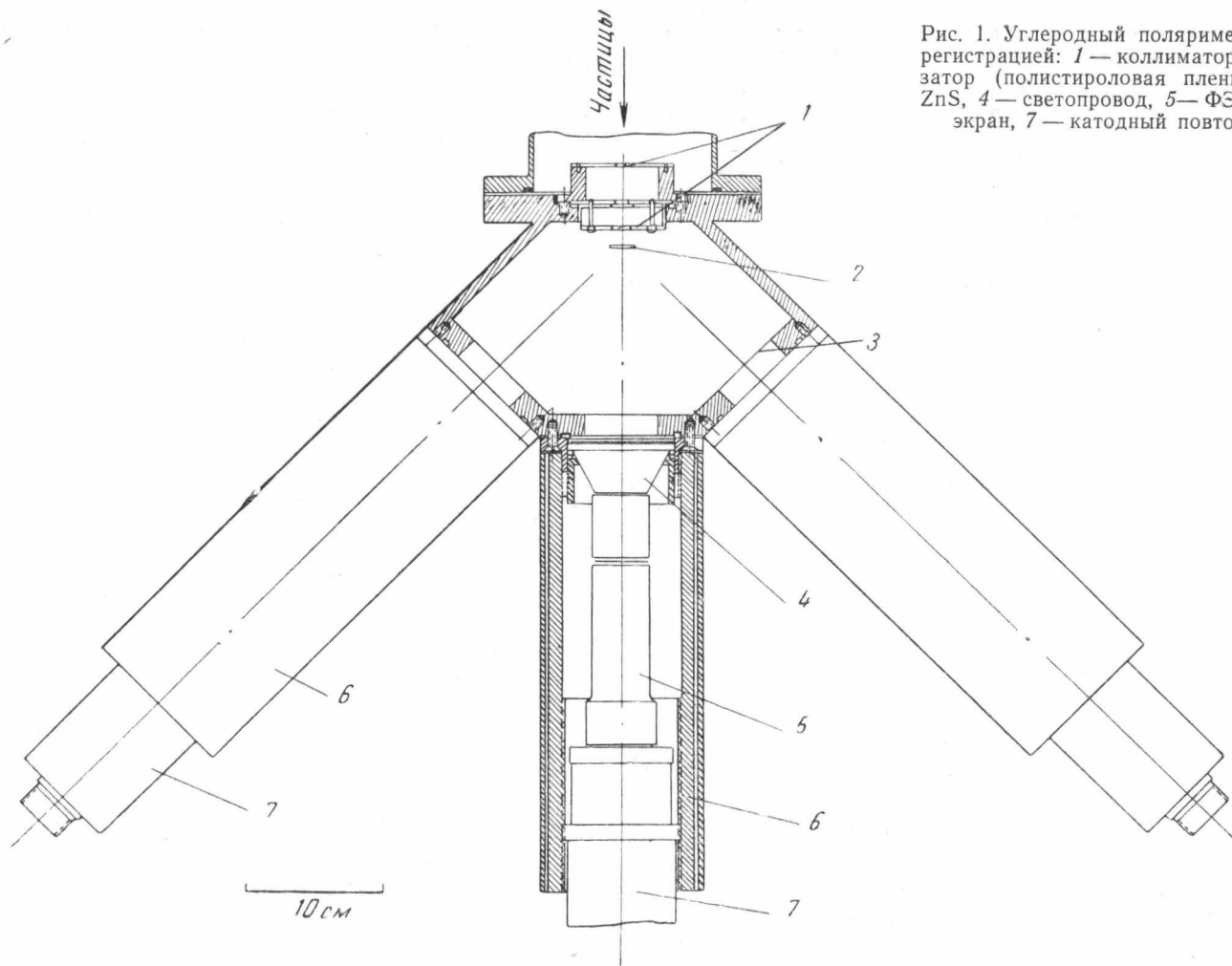


Рис. 1. Углеродный поляриметр с электрической регистрацией: 1 — коллиматор, 2 — мишень-анализатор (полистироловая пленка), 3 — кристаллы ZnS, 4 — светопровод, 5 — ФЭУ-29, 6 — магнитный экран, 7 — катодный повторитель усилителя

дит через входной коллиматор, простреливает мишень-поляриметр и попадает на кристалл среднего сцинтилляционного счетчика. Протоны, рассеявшиеся на мишени влево и вправо на угол $45^\circ \pm 9^\circ$, попадают на кристаллы боковых счетчиков. В качестве регистраторов нами использовались ФЭУ-29 с люминофором в виде тонкого (толщиной 0,15—0,2 мм) слоя сернистого цинка. Люминофоры покрывались фольгой необходимой толщины. Перед боковыми люминофорами установлены диафрагмы шириной 44 мм и высотой 64 мм. Корпус поляриметра и защитные цилиндры ФЭУ изготовлены из железа достаточно массивными, чтобы защититься от влияния рассеянного магнитного поля. Обычно в качестве мишени-поляриметра используется твердая графитовая пленка, которая требует весьма осторожного обращения. Мы нашли возможным в качестве мишени-поляриметра пользоваться обычной полистироловой пленкой. Такая пленка изготовляется просто, механически прочна. Состав этой пленки был исследован по упруго-рассеянным протонам с помощью магнитного анализатора. Эти исследования показали, что бояться каких-либо примесей не нужно; протоны, обусловленные наличием водорода в полистироле, легко могут быть исключены с помощью пленки перед детектором и регулировкой порога записи дискриминатора.

При измерениях с циклотронным пучком всегда имеется весьма значительный фон нейтронов и γ -квантов. Обычно от фона избавляются применением для счета рассеянных протонов нескольких регистраторов (например [2], один или два пропорциональных счетчика совместно со сцинтилляционным счетчиком), включенных на совпадение. Такая батарея регистраторов позволяет отбирать протоны, летящие от мишени-поляриметра. Мы нашли необходимым отказаться от такой сложной системы регистрации, так как применение схемы совпадений, уменьшая фон, одновременно приводит к значительной потере счета истинных частиц. Кроме того, при измерениях возникает необходимость обеспечения стабильности работы большого количества радиоаппаратуры, что само по себе является довольно кропотливой задачей. Уменьшить фон при работе с протонным пучком с энергией 6,6 Мэв и интенсивностью около двух микроампер на первой мишени до 1—2 имп/мин нам удалось с помощью свинцовой, парафиновой и кадмиевой защиты. Для регистрации использовались кристаллы из сернистого цинка, которые, как известно [3], имеют очень малую эффективность для нейтронов и γ -квантов. Чтобы выделить истинный счет, измерения обычно проводились по 5—10 минут с мишенью-поляриметром и без нее. С этой целью было предусмотрено специальное дистанционное устройство для перемещения мишени-поляриметра. Такое устройство позволяло перемещать мишень-поляриметр без нарушения вакуума и режима работы циклотрона.

Поляриметр, изображенный на рис. 2, позволяет работать с фотопластинками и сцинтилляционными счетчиками. В этом поляриметре предусмотрена специальная сменная кассета для ядерных фотопластинок. В кассету симметрично относительно оси пучка устанавливаются две пластинки размером 9×12 см². Перед пластинками имеется регулируемая диафрагма. На одну пару пластинок можно снять счет влево-вправо для 5 групп частиц. При работе со сцинтилляционными счетчиками кассета приподнимается без нарушения вакуума.

На рис. 3 и 4 показан поляриметр, состоящий из двух симметрично расположенных импульсных ионизационных камер. Каждая камера состоит из 7 параллельно включенных маленьких плоских ячеек-камер. Такое устройство позволяет иметь большой объем камеры при неболь-

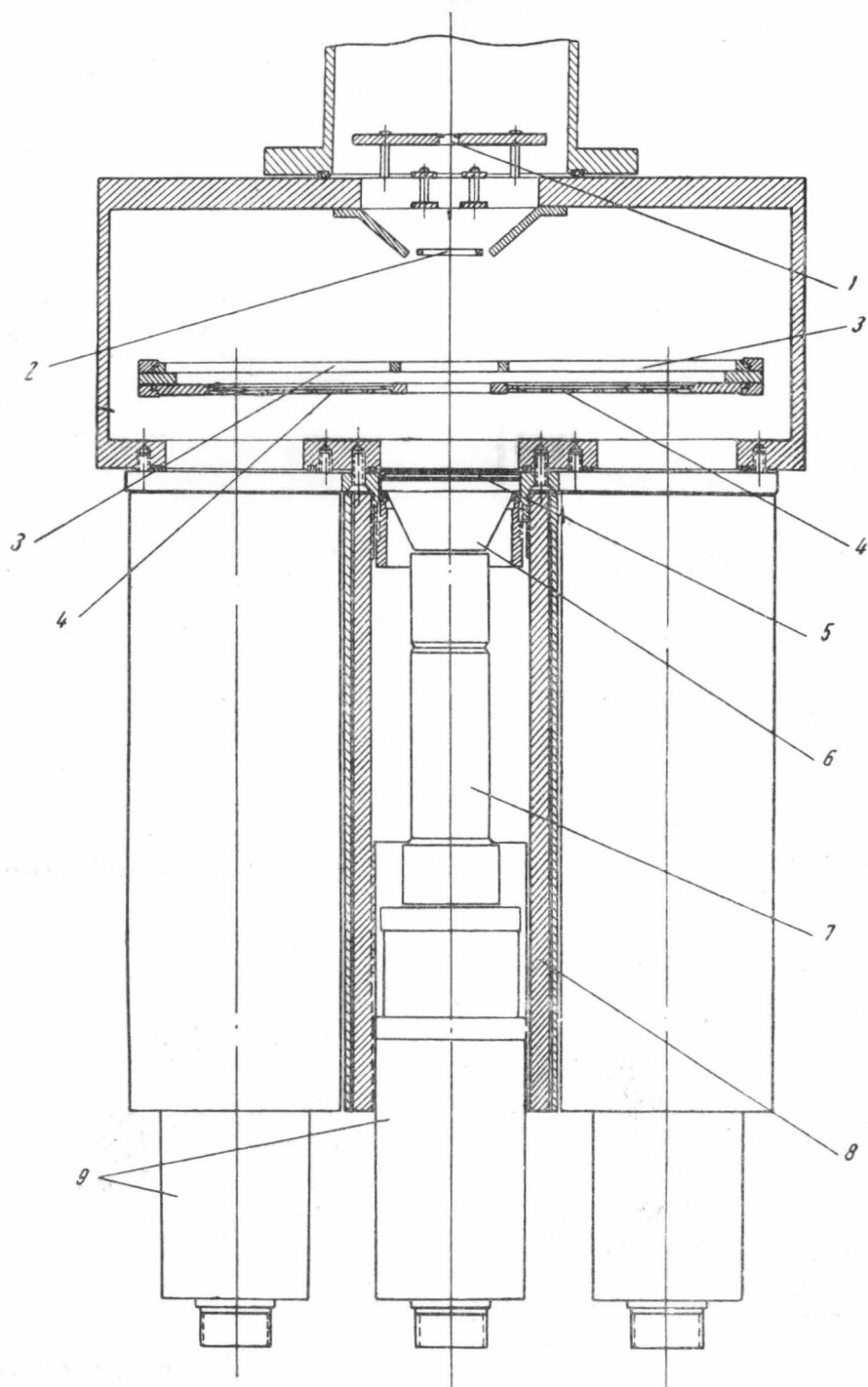


Рис. 2. Комбинированный углеродный поляриметр: 1 — коллиматор, 2 — мишень-анализатор, 3 — диафрагма (передвижная), 4 — ядерные фотопластинки, 5 — кристаллы ZnS, 6 — светопровод, 7 — ФЭУ-29, 8 — магнитный экран, 9 — катодный повторитель

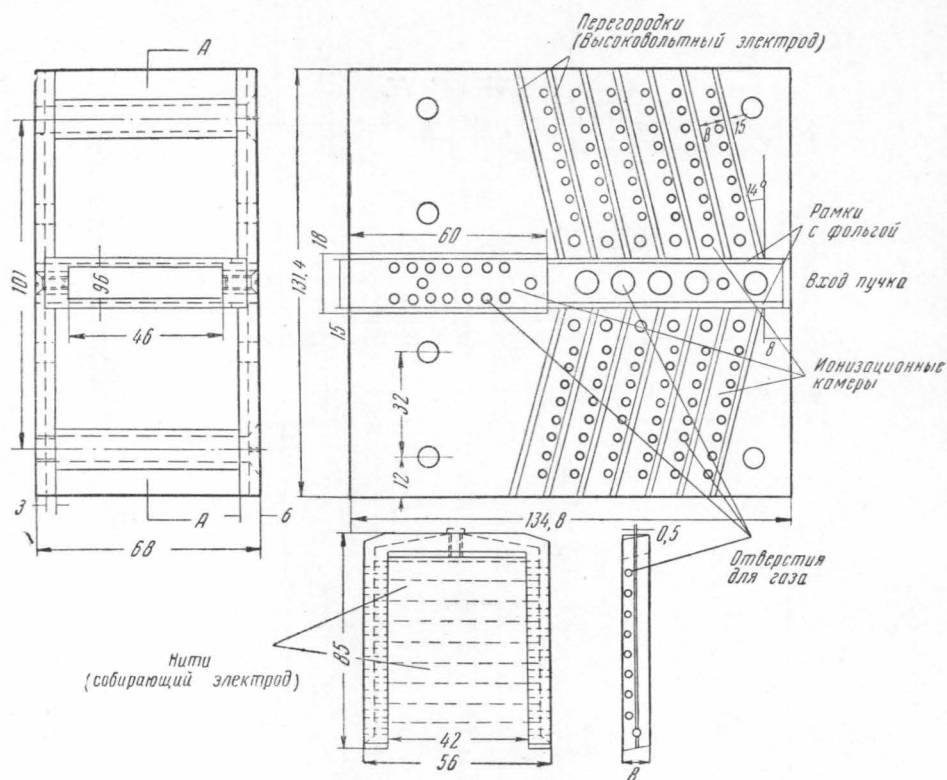


Рис. 3. Схема гелиевого поляриметра. Внизу показано устройство собирающего электрода-ячейки

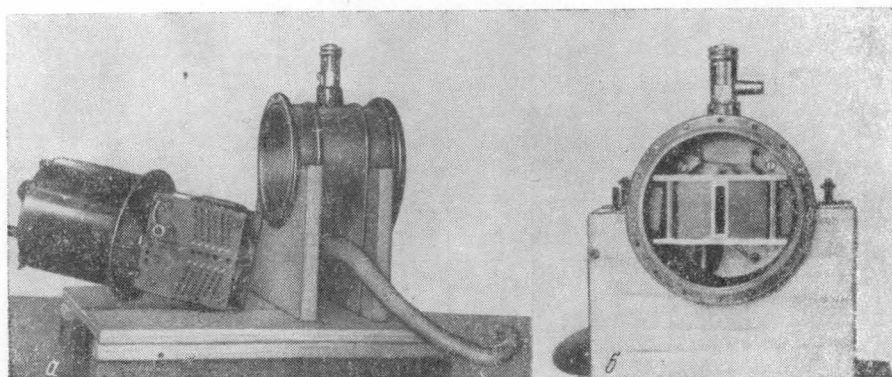


Рис. 4. Общий вид гелиевого поляриметра: а — поляриметр без камеры, б — поляриметр в камере

шом входном угле для рассеиваемых частиц. В качестве рассеивателя-анализатора в этой камере используется гелий под давлением 8—10 атм. Эта камера удобна для работы с нейтронами (регистрируются α -частицы отдачи) и дейтронами. Дейтроны от α -частиц отделяются с помощью фольг перед входными щелями камер-ячеек, а протоны при достаточно большой дискриминации не засчитываются. Большим преимуществом ионизационных камер является отсутствие всякого рода тонких вакуумных перегородок, простота и надежность в работе. К числу недостатков необходимо отнести чувствительность к механическим шумам.

Авторы приносят благодарность Г. С. Тюрикову и З. Ф. Калачевой за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимушев Г. Ф. Диссертация. МГУ, 1959.
2. Вальтер А. К., Ключаров А. П., Скакун Н. А. «Приборы и техника эксперимента», 1, 20, 1961.
3. Фнофер Э., Нейерт Г. Счетчики излучений. ИЛ, М., 1961.

Поступила в редакцию
29.12 1962 г.

НИИЯФ