

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ПРИБОРЫ И ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

2

МОСКВА · 1983

ДЕРЖАТЕЛЬ ОБРАЗЦА С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ ДЛЯ МАГНИТООПТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ГОСТИЩЕВ В. И., ДРОЗД А. А., СОБОЛЬ В. Р.

Описан держатель образца с двумя степенями свободы для магнитооптических исследований при низких температурах. Управление положением образца дистанционное, погрешность отсчета углов вращения от фиксированного направления составляет $\pm 0,5^\circ$.

При изучении магнитооптических свойств конденсированных сред исследуемый образец необходимо ориентировать относительно светового луча и вектора напряженности магнитного поля \mathbf{H} . Решение данной задачи значительно затрудняется тем обстоятельством, что образец может находиться в жидком гелии в магнитном поле напряженностью $50 \div 100$ кЭ. Известные подобные устройства [1 ÷ 3] неприменимы для оптических исследований.

Описываемый держатель разработан для оптических измерений в магнитном поле сверхпроводящего соленоида с диаметром рабочего отверстия 40 мм. Устройство предназначено для изучения явлений при направлениях вектора \mathbf{H} , составляющих с осью оптического луча 90° . Держатель состоит из ячейки ориентации (рис. 1), находящейся в рабочей области соленоида в среде жидкого гелия, и механизма управления, расположенного в теплой зоне, соединенных в единое целое тонкостенной нержавеющей трубой. Передача движений от механизма управления к ячейке осуществлено

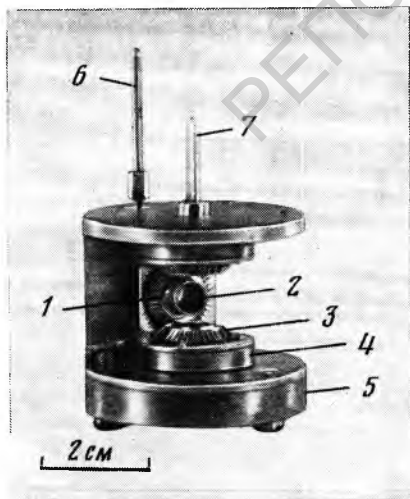


Рис. 1. Ячейка ориентации. 1 — коническая шестерня с отверстием, являющимся рабочим гнездом исследуемого образца; 2, 3 — коническая шестерня; 4 — подвижная рамка; 5 — неподвижное основание; 6, 7 — приводные валики I и II соответственно

двумя приводными валиками I и II из нержавеющей стали, расположенными внутри соединительной трубы. Во всех случаях использованы немагнитные конструктивные материалы. Все детали держателя заключены в вакуумноплотный кожух, сообщающийся лишь с гелиевой ванной криостата. Применение герметичного корпуса позволило отказаться от необходимости уплотнения приводных валиков. Создание вакуумного уплотнения, не требующего больших усилий для вращения валиков, представляет известные трудности, особенно, если при этом в гелиевой ванне поддерживается пониженное давление, как это часто требуется при оптических измерениях. Электропитание двигателя механизма управления и сигнальные напряжения вводятся в устройство через герметичный разъем. Соединительные провода связаны в жгуты и прикреплены к элементам держателя для исключения их попадания в механизм управления.

Кинематическая схема держателя приведена на рис. 2. Ячейка ориентации состоит из подвижной рамки и неподвижного основания. В центре подвижной рамки находится коническая шестерня 1 с отверстием $\phi 5$ мм, являющимся рабочим гнездом исследуемого образца. Шестерня 1 входит одновременно в зацепление с двумя коническими шестернями 2 и 3. В свою очередь одна из них (3) жестко закреплена на одной оси с цилиндрической шестерней 4, которая сцепляется с шестерней 5. Все шестерни подвижной рамки и неподвижного основания находятся в постоянном зацеплении. Коническая шестерня 1 с образцом может совершать вращательное движение вокруг своей оси при вращении обоих приводных валиков в одну сторону. При этом конические шестерни 2 и 3 неподвижного основания, вращаясь в разные стороны, вращают шестерню 1 подвижной рамки вокруг ее оси. Подвижная рамка в этом случае не меняет своего положения. Второе движение образец может совершать при вращении приводных валиков в разные стороны. Конические шестерни 2 и 3 вращаются при этом в одну сторону и, находясь в зацеплении с шестерней 1 в диаметрально противоположных ее точ-

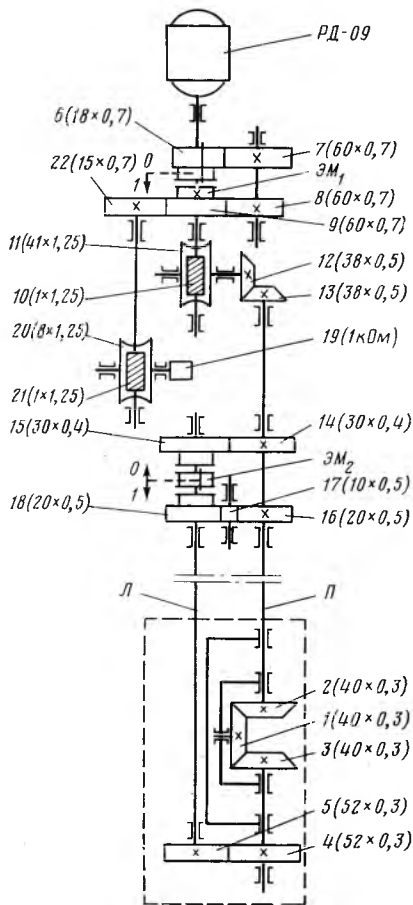


Рис. 2. Кинематическая схема держателя. Ячейка ориентации выделена пунктиром; в скобках показаны число зубьев шестерен (заходов) и модуль (шаг)

ках, поворачивают подвижную рамку относительно ее оси. Шестерня 1 в этом случае вокруг собственной оси не вращается, и образец совершает поворот относительно центра подвижной рамки в горизонтальной плоскости держателя.

Механизм управления содержит редуктор, электродвигатель РД-09 (10 Вт, 30,9 об/мин), электромагнитные муфты сцепления $ЭМ_1$, $ЭМ_2$ и блок управления. Вращение задается электродвигателем и через шестерни 6 ÷ 9 редуктора передается на вал червяка 10, являющегося ведущим для остальных звеньев держателя. При такой схеме зацепления реализуется малая скорость вращения образца, равная 0,07 об/мин. Включением электромагнитной муфты $ЭМ_1$ шестерня 6 выводится из зацепления с шестерней 7, и вращение от РД-09 передается через фрикционную пару непосредственно на червяк 10. В этом случае устанавливается большая скорость вращения образца, ~0,8 об/мин. К правому приводному валу II вращение ведущего вала передается от червячного колеса 11

через конические шестерни 12, 13, а к левому Л — посредством $ЭМ_2$ либо через шестерни 14, 15 (тогда приводные валы вращаются в разные стороны), либо через шестерню 16, паразитную 17 и шестерню 18 (тогда они вращаются в одну сторону).

Муфты сцепления $ЭМ_1$ и $ЭМ_2$ изготовлены на базе магнитных пускателей ПМЕ-111УЗ. Подвижный якорь пускателя сцеплен сью с качающимся коромыслом, один конец которого шарнирно закреплен на общем основании, а другой перемещает ведущий фрикционный диск по продольному пазу на валу. В $ЭМ_1$ ведущий фрикционный диск жестко связан с шестерней 6 и в исходном положении 0 (малая скорость) удерживается пружиной. В $ЭМ_2$ ведущий фрикцион в положении 0 (поворот образца) прижат пружиной к фрикционному диску, жестко скрепленному с шестерней 15. Фрикционные пары дисков изготовлены из нержавеющей стали и имеют форму усеченных конусов с углом при вершине ~5°. Включение муфт производится из блока управления. Сначала замыканием ключа на соответствующую катушку подается напряжение 25 В, которого, однако, недостаточно для срабатывания. Затем кратковременной подачей напряжения 90 В кнопкой муфты переводятся в положение 1 (состояние зацепления), после чего они удерживаются в этом положении поданным ранее напряжением. Управление РД-90 производится переключателем направления вращения. Держатель прошел успешную проверку в комплексе с универсальным стендом УИС-1А (оптический) [4]. Держатель позволяет ориентировать образец по отношению к магнитному полю и проводить различного рода измерения при нормальных и скользких углах падения светового луча, а также на просвет. При исследовании монокристаллов образец предварительно устанавливается так, чтобы в рабочем положении изучаемая кристаллографическая плоскость была параллельна Н. Это достигается приготовлением образца в виде тонкой пластинки. Образец наклеивается одной из плоскостей на съемный кристаллодержатель, имеющий посадочный выступ, точно соответствующий отверстию в шестерне 1. Для наклеивания кристаллодержатель имеет плоскую грань, которая в рабочем положении оказывается параллельной Н. Площадь этой грани подбирается приблизительно равной рабочей поверхности образца. Ячейка ориентации позволяет изучать образцы с поперечными размерами, не превышающими 8 мм, и толщиной 2 ÷ 6 мм. В этом случае, кроме того, что Н параллелен исследуемой плоскости, вертикальная ось ячейки ориентации проходит в непосредственной близости плоскости. Это облегчает фоку-

сирование светового луча на рабочей плоскости образца при юстировании всей оптической системы. Поскольку операции вращения и поворота образца выполняются последовательно, то угловые смещения при этом возможно оценивать только одним пропорциональным преобразователем угол — потенциал. В держателе использован прецизионный линейный двадцатиоборотный потенциометр 19 (ППМЛ-И). Ось потенциометра сочленена с валом червячного колеса 20 и через червяк 21 и шестерни 22 и 9 с ведущим валом. Передаточное отношение червячной пары и шестерен подобрано из расчета один оборот образца за двадцать оборотов оси потенциометра.

Описанный держатель обеспечивает воспроизводимость и точность задания углового положения образца относительно какого-

либо заданного направления не хуже $\pm 0,5^\circ$. Однако такая точность возможна лишь при вращении или повороте в одном направлении. При реверсе возникает дополнительная погрешность за счет люфтов в механизме передачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schmidt C., Gorzelli P., Ripka K., Gmelin E. Rev. Scient. Instrum., 1978, v. 49, № 8, p. 1221.
2. Sellmyer D. Rev. Scient. Instrum., 1967, v. 38, № 3, p. 434.
3. Brenner G., Reed W., Fawcett E. Rev. Scient. Instrum., 1965, v. 36, № 8, p. 1267.
4. Anashkin O. P., Keilin V. E., Surin M. J., Shleifman V. X. Cryogenics, 1979, v. 19, № 7, p. 405.

Институт физики твердого тела
и полупроводников АН БССР, Минск
Поступила в редакцию 31.V.1982

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ