

Н. А. ТОЛСТОЙ

НОВЫЙ ПРИЕМ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ДВОЙНОГО ЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЯ ПОЛУТЕНЕВЫМ МЕТОДОМ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 24 I 1947)

Исследования двойного лучепреломления в жидкостях, подвергаемых воздействию различных факторов — электрического и магнитного полей, потока и ультразвука, — получают все большее и большее развитие. Теории эффектов Керра, Коттен — Мутона и Максвелла давно вышли из той стадии, когда можно было удовлетвориться качественным согласием между опытными результатами, полученными со специально выбранными удобными объектами, и теоретическими оценками. Получение хороших количественных данных о двойном лучепреломлении разнообразных, в том числе и достаточно сложных,

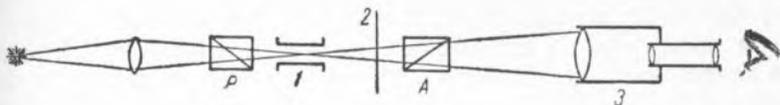


Рис. 1. 1 — объект, 2 — компенсатор, 3 — зрительная труба

объектов (как например, коллоидные системы, растворы, жидкие кристаллы и т. п.) является, повидимому, тем средством, которое может преодолеть нынешние затруднения, испытываемые теорией. Экспериментальные трудности, возникающие при этом, однако, довольно велики. Среди них особо выделяется проблема запыленности исследуемой жидкости. Пылинки, присутствующие в каждой жидкости и представляющие собой по большей части обрывки органического волокна, обладают сильным врожденным двойным лучепреломлением и рассеянием, маскирующими изучаемый эффект. Способы очистки жидкости от пыли весьма кропотливы и не всегда полностью достигают цели; почти всегда остается некоторое число пылинок, мешающих измерениям.

Существующая визуальная методика измерения двойного лучепреломления может быть разделена на две группы.

1. Метод погасания. Между двумя скрещенными николями помещено исследуемое вещество, двойное лучепреломление которого компенсируется тем или иным компенсатором (рис. 1). При этом выгоднее всего получать изображение источника света внутри сосуда с исследуемой жидкостью. Глаз или зрительная труба фокусируется на это изображение, и наблюдатель видит источник света находящимся внутри жидкости. Регулируя компенсатор, добиваются исчезновения изображения источника. Пылинки видны при этом отчетливо и кажутся светящимися. То, что они локализируются глазом, весьма уменьшает их вредное влияние; если, например, сфокусировать источник вне жидкости и снова рассматривать его изображение, то последнее пред-

станет на более или менее светлом фоне. Установка компенсатора на „погасание“ изображения будет сопровождаться большими ошибками.

2. Полутеневого метод. Гораздо более чувствительным является полутеневой метод, например метод, предложенный Брейсом (1) и усовершенствованный рядом авторов (2,3). Кроме компенсатора, на пути луча вводится очень тонкая слюдяная пластинка, закрывающая половину поля зрения (рис. 2). Источник света и зрительная труба фокусируются на эту („полутеневую“) пластинку, и компенсатор регулируют до равной освещенности полей, разделяемых краем полутеневой пластинки. Исследуемая жидкость и пылинки в ней оказываются „не в фокусе“, что вносит все вышеуказанные ошибки.

Таким образом, первый метод менее точен по существу, но меньше зависит от вредного действия пылинок; второй метод гораздо точнее, но может оказаться неприменимым из-за наличия последних.

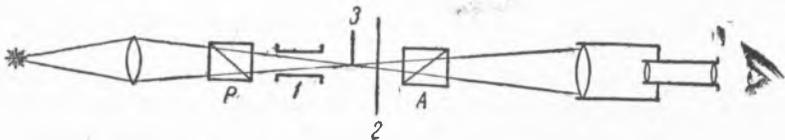


Рис. 2. 1 — объект, 2 — компенсатор, 3 — полутеневая пластинка

Заманчиво воспользоваться положительными сторонами обоих методов. Для этого достаточно было бы поместить полутеневую пластинку внутрь жидкости. Тогда изображение источника, край полутеневой пластинки и пылинки находились бы в одном и том же месте и могли бы легко локализоваться глазом. Фактическое введение полутеневой пластинки в жидкость, однако, решительно невозможно. Против напрашивающейся мысли об оптическом совмещении пластинки и жидкости, казалось бы, говорит то общеизвестное обстоятельство, что линзы, введенные между скрещенными николями, вносят значительную деполаризацию и двойное лучепреломление (в поляризационном микроскопе это обстоятельство не играет роли ввиду малой точности прибора). Надо, однако, принять во внимание, что в опытах с эффектами Керра, Максвелла и т. д. светосила основного прибора, в котором помещается жидкость, мала. Следовательно, линза, способная изобразить полутеневую пластинку внутри жидкости, может быть сделана длиннофокусной (т. е. с достаточно плоскими поверхностями) и малой по диаметру (а, значит, тонкой). Если при этом сделать ее из стекла, лишенного двойного лучепреломления, то можно надеяться, что подобная линза не внесет практически никаких искажений в измерительную схему.

Такие линзы были изготовлены в ГОИ и наилучшим образом оправдали наши предположения. Даже при отсутствии испытуемой жидкости, т. е. при наибольшей чувствительности установки компенсатора Брейса, введение такой линзы не меняет равенства полутеней. При измерении эффектов Керра и Максвелла по предлагаемой нами схеме (рис. 3) оказалось возможным уверенно работать полутеневым методом с жидкостями, количество пылинок в которых допускало ранее лишь пользование более грубым методом погасания. Определение так называемого угла угасания при двойном лучепреломлении в потоке также удалось осуществить полутеневым способом, что весьма увеличило точность измерений.

Размеры двояковыпуклой малосветосильной линзы связаны очевидной формулой

$$a = \frac{a^2}{4R} + a_0,$$

где a — толщина линзы, d — диаметр, R — радиус кривизны каждой поверхности, a_0 — толщина боковой фаски линзы (линзу, разумеется, нельзя сводить „на нет“, так как она будет крошиться по краям). Задавая светосилу линзы $S^2 = \frac{d^2}{R^2} 4(n-1)^2$ и исходя из $a_0 = 0,1$ мм,

можно изготовить линзы с разным фокусным расстоянием при минимальной толщине. Хорошие результаты получаются уже с линзой, для которой $d = 10$ мм, $R = 170$ мм и $a = 0,8$ мм. Выгодно брать стекло

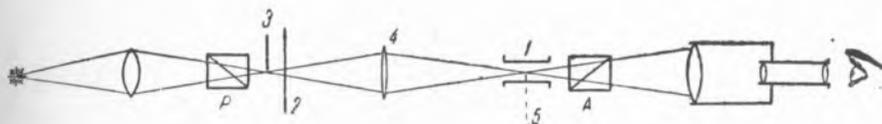


Рис. 3. 1 — объект, 2 — компенсатор, 3 — полутеневая пластинка, 4 — тонкая линза, 5 — изображение полутеневой пластинки

с большим показателем преломления. Тяжелые флинты, кроме того, обладают малым фотоэластическим коэффициентом. Идеальным является стекло Шотта SF-6, содержание свинца в котором ($\sim 75\%$) таково, что коэффициент этот обращается в 0.

Государственный
оптический институт

Поступило
23 I 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ D. B. Brace, Phys. Rev., 18, 70 (1904). ² N. Wedeneewa, Z. Instrumentenkunde, 17 (1923). ³ G. Szivessy, Handb. Phys., 21, 945, 960, 965 (1928).