

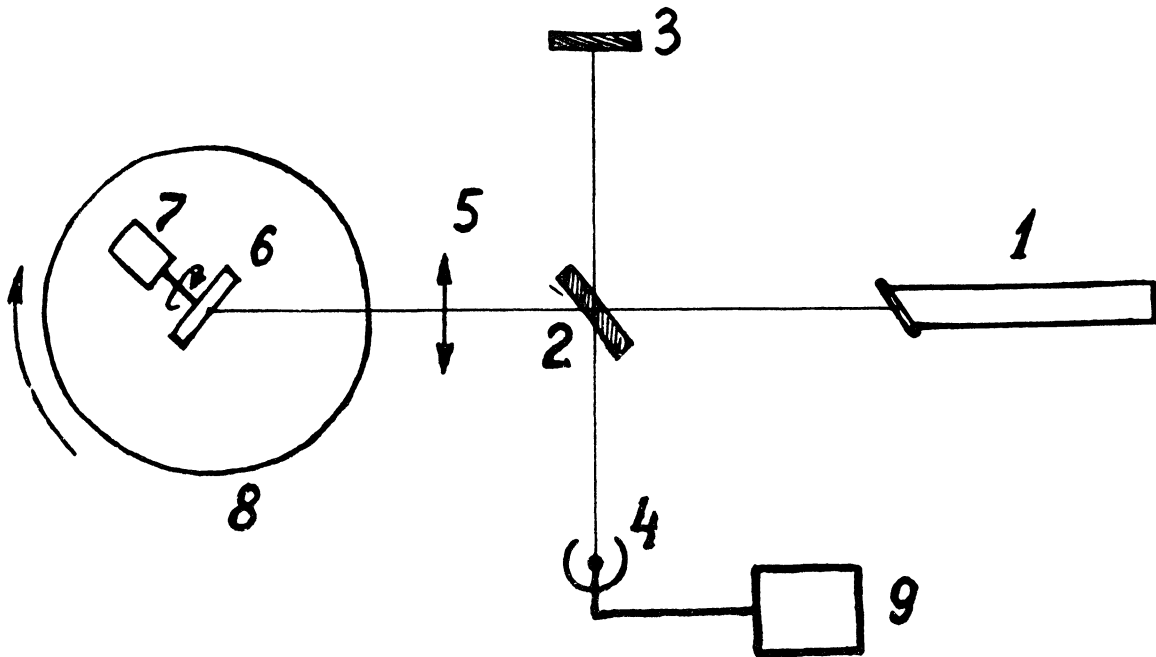
ГЕТЕРОДИННЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ДИФFUЗНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЛАЗЕРНЫХ ЗЕРКАЛ

И. И. Душков, Н. В. Карлов, Б. Б. Крынецкий,
В. А. Мишин, Р. П. Петров

Лазерное зеркало характеризуется тремя основными параметрами: зеркальной составляющей, диффузной составляющей, собственными тепловыми потерями. На практике измерение зеркальной составляющей с высокой точностью является очень сложной задачей. Для измерения собственных тепловых потерь был предложен весьма эффективный калориметрический метод /1/. Измерение суммарного влияния тепловых и диффузных потерь осуществляется в довольно сложном и не всегда удобном методе "световой ловушки" /2/.

Для многих задач важным является непосредственное знание именно диффузной составляющей. В наших экспериментах диффузная составляющая лазерных зеркал измерялась гетеродинным методом. Достоинства этого метода - узкая диаграмма приема и высокая чувствительность /3/ делают его эффективным при измерении характеристик лазерных зеркал.

Эксперименты по определению коэффициентов отражения от зеркальных поверхностей проводились по схеме, приведенной на рис. 1. Излучение от CO_2 -лазера попадало на модифицированный интерферометр Майкельсона. Одно из зеркал обычного интерферометра было заменено вращающимся исследуемым образцом. Рассеянное поверхностью излучение создавало сигнал с доплеровским сдвигом, который складывался на расщепителе с несмещенным по частоте излучением гетер-



Р и с. 1. Блок-схема установки. 1 - лазер ЛГ-17; 2 - расщепитель; 3 - гетеродинное зеркало; 4 - приемник Ge-Hg; 5 - линза; 6 - испытуемое зеркало; 7 - двигатель; 8 - оптический поворотный стол; 9 - селективный вольтметр В6-1.

одина, отраженным от зеркала в другом плече интерферометра. Вся установка, за исключением вращающейся зеркальной поверхности, была смонтирована на массивной стальной плите, установленной на амортизирующие прокладки. В качестве устройства для расщепления луча использовалась пластина из высокоомного германия р-типа, одна из поверхностей которой была просветлена на длину волны 10,6 мкм. Рабочие зеркала интерферометра изготовлялись из плавленного кварца, покрытого золотом. Линза из NaCl с фокусным расстоянием 30 см, расположенная на пути сигнального луча, фокусировала лазерное излучение на исследуемую поверхность и обеспечивала пространственную когерентность рассеянного излучения по апертуре приемника. Зеркальная поверхность вращалась со скоростью 3000 об/мин и закреплялась на юстируемой подставке. Юстируемая подставка была смонтирована на поворотном столе, позволяющем изменять угол падения сигнального луча. Точность установки угла $0,1^\circ$. Излучение CO_2 -лазера фокусировалось на вертикальную ось симметрии вращающегося зеркала для того, чтобы при изменении угла падения положение точки фокуса на исследуемой поверхности не менялось.

Регистрировалось излучение, диффузно отраженное навстречу падающему лучу. Изменение угла падения давало, таким образом, возможность измерить угловую зависимость диффузной составляющей.

В экспериментах использовался одномодовый CO_2 -лазер с выходной мощностью 5 Вт. В качестве приемника излучения лазера применялось фотосопротивление GeHg, работающее при температуре твердого азота. Сигнал промежуточной частоты измерялся селективным вольтметром В8-1.

Исследовались золотые зеркала. Часть зеркал готовилась путем вакуумного напыления золота (чистота более 99,99) на полированные подложки из стекла К-8. Очищенные подложки помещались в установку для напыления. Предварительно на подложку наносился хром для обеспечения лучшего сцепления золотого по-

крытия с поверхностью подложки. Испарение проводилось в вакууме 10^{-5} мм. рт. ст., обеспечиваемом паромасленным диффузионным насосом с применением ловушек, охлаждаемых азотом, для вымораживания паров масла. Испарители располагались под подложками таким образом, чтобы толщина металла была одинаковой с точностью до 8 - 10% во всех точках образцов. Толщина покрытия составляла 1500 \AA .

Таблица 1

| № образца | 1 | 2 | 3 |
|--|-------------------|--------|--------|
| $A_{\text{диф}}^2 / A_{\text{Зерк}}^2$ | $4 \cdot 10^{-4}$ | 0,0411 | 0,0576 |

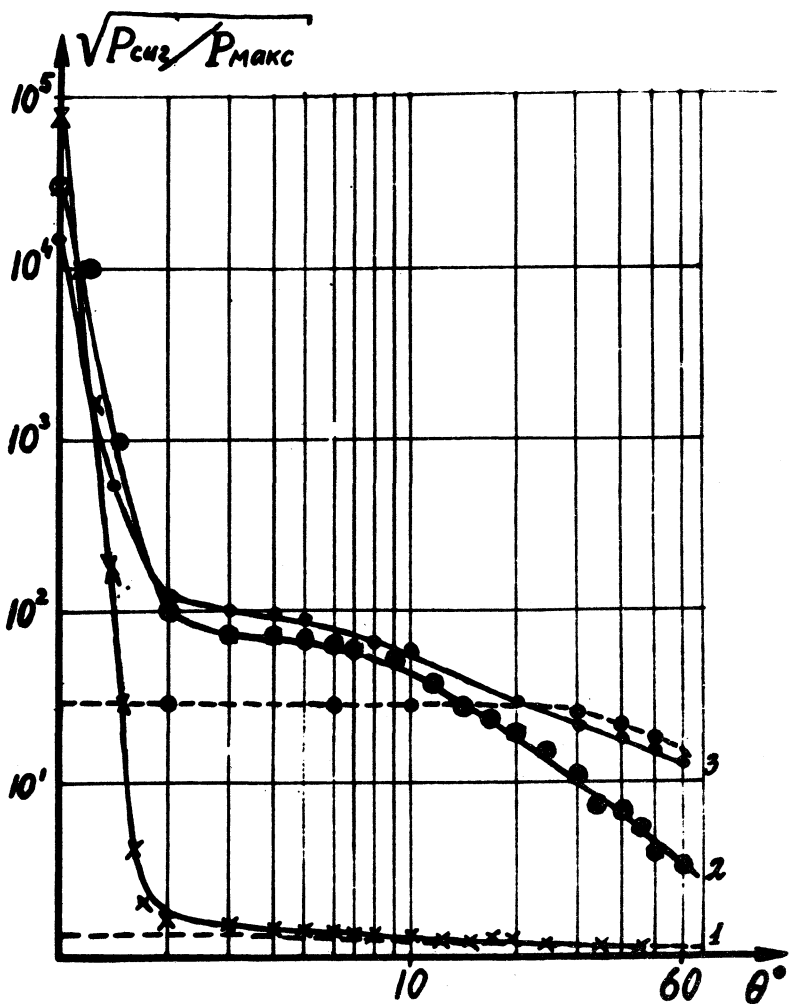
На рис. 2 приведены результаты измерений диффузной составляющей для различных лазерных зеркал: кривая № 1 - свеженапыленное зеркало; кривая № 2 - золотое зеркало, проработавшее в течение одного месяца на открытом воздухе; кривая № 3 - зеркало, приготовленное оптической полировкой золотого слитка.

Кривые на рис. 2 показывают, что при изменении угла падения на 2° от нормального амплитуда отраженного назад сигнала падает в $10^3 - 10^4$ раз. Анализ угловой зависимости показывает, что при углах падения больших 20° отраженная назад мощность хорошо описывается законом Ламберта. (Зависимость $A \sim A_0 \cos^2 \varphi$ нанесена на рис. 2 пунктиром.) Отклонение от закона Ламберта для образца № 3, по-видимому, обусловлено структурой поверхности образца.

На основании полученных результатов можно оценить вклад диффузной составляющей. Результаты оценки приведены в таблице 1.

Необходимо также отметить, что на основании полученных результатов можно оценить размеры микронеровностей на поверхности зеркала.

Таким образом, применение гетеродинной методики позволяет достаточно точно измерить одну из основных характеристик лазерного зеркала - диффузную составляющую.



Р и с. 2. Угловая зависимость диффузной составляющей для золотых лазерных зеркал.

В заключение авторы выражают благодарность А. М. Прохорову за постоянный интерес к работе и А. В. Широкову за изготовление зеркал.

Поступила в редакцию
5 июля 1971 г.

Л и т е р а т у р а

1. А. И. Барчуков, В. К. Конюхов, ЖПС, 9, 707 (1968).
2. D. E. DeLange. PTEEE, 51, 1361 (1963).
3. И. И. Душков, Н. В. Карлов, Б. Б. Крынецкий, В. А. Мишин, Р. П. Петров. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 1, 40 (1971).