

ИНФРАКРАСНАЯ ГОЛОГРАФИЯ В ОБЛАСТИ 10,6 МКМ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ДЕФЕКТОВ МАТЕРИАЛОВ

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

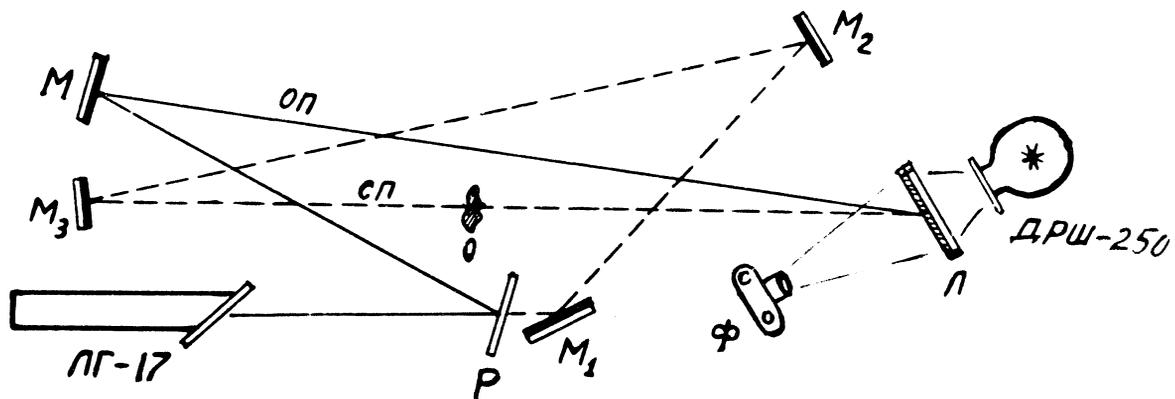
Методы голографии, которые довольно хорошо исследованы и находят все более широкое применение в видимой области электромагнитного спектра, в последнее время начали распространяться и на другие диапазоны. В частности, были сделаны попытки осуществить голографию в инфракрасном диапазоне с помощью CO_2 -лазера — мощного источника излучения 10,6 мкм с большой длиной когерентности /1/ — /3/. Методы голографии могут быть полезны при применении CO_2 -лазера для локации и для исследования турбулентности среды на оптических линиях связи. Кроме того, часть материалов, используемых в инфракрасной технике, непрозрачна в видимой области. Инфракрасная голография, возможно, способствовала бы выявлению внутренних дефектов и разрушений таких материалов.

Основная трудность реализации голографии в области 10,6 мкм заключается в регистрации голограммы. Фотоэмульсия в этой области нечувствительна. Поэтому используется тепловое действие инфракрасного излучения. В работе /1/ в качестве детектора применялся фотожелеatin — обычная фиксированная сырая фотопластинка. Было получено разрешение ~ 25 линий на мм. К сожалению, хранение голограмм, полученных таким способом, довольно затруднительно. В работе /2/ использовался термохромичный материал Cu_2ZnI_4 . Разрешение процесса было не очень высоким. Оба эти

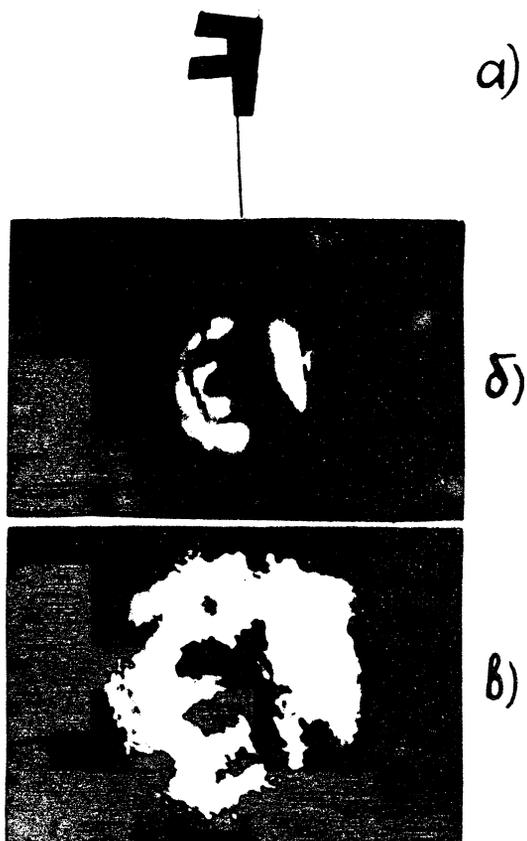
способа обладают большой инерционностью. Очень интересный детектор описан в работе /3/ - вещество из класса спиропиранов, увеличивающее свою оптическую плотность под действием ультрафиолета и уменьшающее ее под действием видимого света и тепла. Разрешение при оптическом процессе более 2000 линий на мм, при тепловом - лучше чем 50 линий на мм.

Мы использовали в качестве регистрирующего материала люминофор типа $ZnS\ CdS:AgNi$, разработанный С. А. Фридманом в лаборатории люминесценции ФИАН и применявшийся для визуализации излучения сначала CO_2 -лазеров /4/, а затем и радиоизлучения /5/. Схема установки приведена на рис. 1. Источником излучения служит стандартный CO_2 -лазер (ЛГ-17) с выходной мощностью 5 вт в одномодовом режиме. Пучок, выходящий из лазера, расщепляется пластинкой из германия (Р), одна поверхность которой просветлена на длину волны 10,6 мкм. Сигнальный пучок (СП) проходит систему зеркал M_1, M_2, M_3 и, став достаточно широким, освещает объект (О). Объект представляет собой вырезанную из тонкой медной фольги букву Р, закрепленную на тонкой проволоке. Второй пучок, использовавшийся в качестве опорного (ОП), отражался расщепителем на зеркало М, которым он направлялся на люминофор (Л). Свечение люминофора, нанесенного на лавсановую пленку, возбуждалось ртутной лампой ДРШ-250 со светофильтром УФС-6. Излучение, дифрагировавшее на объекте, сбивалось на люминофоре с опорным пучком, образуя голограмму. Полученная картина фотографировалась.

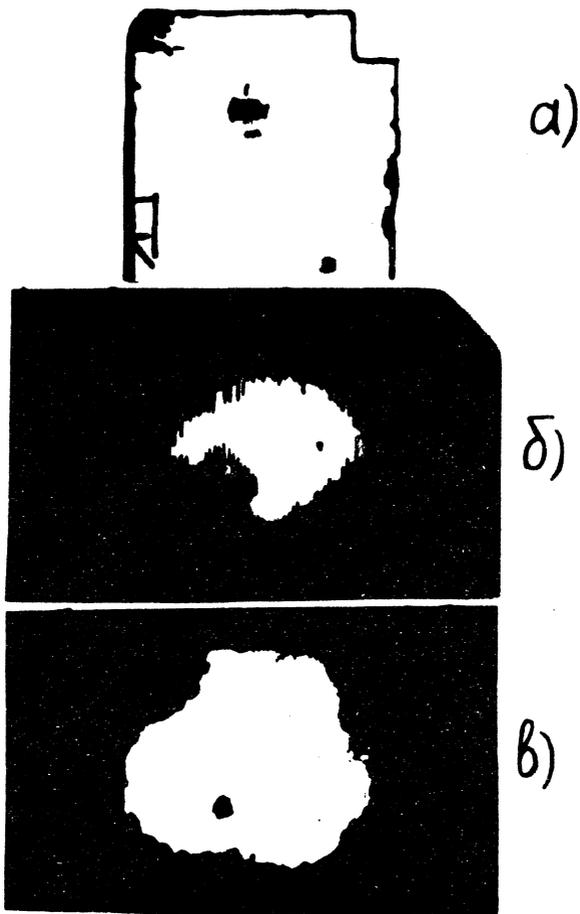
Пороговую чувствительность люминофора можно варьировать от $\sim 0,2$ вт/см² до 0,5 вт/см², меняя освещенность люминофора ртутной лампой. Разрешение применявшегося экземпляра люминофора в нашей экспериментальной установке составляло 6-7 линий на мм, инерционность не превышала 1 сек. Существует возможность повысить разрешающую способность регистратора подбором более благоприятного температурного режима и материала и толщины подложки.



Р и с. 1. Схема установки. Р - расщепитель из германия; M_1 M_2 M_3 , - система зеркал для расширения лазерного пучка; М - зеркало, отражающее опорный пучок; О - объект; ОП - опорный пучок; СП - сигнальный пучок; Л - люминофор; Ф - фотоаппарат.



Р и с. 2. Результаты эксперимента с непрозрачным объектом. а - объект; б - голограмма; в - восстановленное изображение.



Р и с. 3. Результаты эксперимента с разрушением в кристалле. а - объект (пластинка NaCl); б - голограмма; в - восстановленное изображение.

Восстановление производилось с помощью He-Ne лазера (ОКГ-11) с длиной волны 0,6328 мкм. Благодаря тому, что процесс регистрации был двухступенчатым (люминофор – фотопленка), голограмма получалась позитивной. В процессе самого фотографирования интерференционная картина уменьшалась приблизительно в 3 раза, дальнейшего уменьшения для длины волны He-Ne лазера не производилось. Результаты эксперимента представлены на рис. 2.

В ряде работ отмечалась возможность применения голографических методов для исследования внутренних неоднородностей в кристаллах. Однако данные по практической реализации этих методов с применением ИК-голографии в настоящее время в литературе отсутствуют. Нами была получена голограмма разрушения в кристалле. Для простоты идентификации был выбран материал, прозрачный в видимой области – пластинка из NaCl, в которой был произведен пробой излучением мощного импульсного CO₂-лазера. Результаты представлены на рис. 3.

Вследствие того, что в эксперименте не было достигнуто достаточно высокое разрешение, из полученной голограммы можно почерпнуть информацию только относительно местоположения разрушения в пластинке и его приблизительных размеров. Полученные результаты дают возможность сделать следующий вывод: применение голографических методов в ИК диапазоне позволяет получить данные о внутренних разрушениях в кристаллах.

Авторы благодарны А. М. Прохорову за постоянное внимание и интерес к работе и С. А. Фридману за предоставленный люминофор.

Поступила в редакцию
5 июля 1971 г.

Л и т е р а т у р а

1. S. Lowenthal, E. Leiba, M. Lukas et A. Werts. Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris), 266 B, 1363 (1968).
2. J. S. Chivian, R. N. Claytor and D. D. Eden. Appl. Phys. Letts., 15, 123 (1969).
3. T. Izawa, M. Kamiyama. Appl. Phys. Letts., 15, 201 (1969).
4. В. С. Аракелян, Н. В. Карлов, С. А. Фридман. ПТЭ, № 2, 186 (1969).
5. А. П. Бажулин, Е. А. Виноградов, Н. А. Ирисова, С. А. Фридман. Письма в ЖЭТФ, 8, 261 (1968).