

РЕГИСТРАЦИЯ ИНФРАКРАСНЫХ ГОЛОГРАММ  
НА МЕТАЛЛОТЕРМОПЛАСТИЧЕСКОМ НОСИТЕЛЕВ.Г. Белкин, П.Д. Кухарчик, А.А. Платова,  
А.С. Скрипко

Исследования в области создания новых сред для записи инфракрасных голограмм в последние годы ведутся весьма интенсивно [1]. Интерес к инфракрасной голографии в первую очередь определяется способностью инфракрасного излучения проникать сквозь оптически непрозрачные материалы, а также тем, что наиболее мощные лазеры генерируют в инфракрасном диапазоне электромагнитных волн. Для регистрации необходимы регистрирующие материалы, обладающие высокой чувствительностью, большим динамическим диапазоном, линейностью и точностью передачи пространственной картины интенсивности регистрируемого поля. Однако разработанные к настоящему времени материалы для записи инфракрасных голограмм не в полной мере удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям. Поэтому исследования в области разработки сред для регистрации инфракрасных голограмм являются крайне важными и имеют практическое значение.

Одним из возможных направлений в области разработки новых сред для записи инфракрасных голограмм является использование термопластических материалов. Широкое применение для регистрации голограмм в оптическом диапазоне электромагнитных волн нашли фототермопластические носители [2]. В настоящее время налажен серийный выпуск ряда голографических фототермопластических материалов. Фототермопластический носитель обладает рядом высоких свойств, таких как высокая чувствительность, разрешение, технологичность изготовления и мгновенность проявления. К сожалению, фототермопластические материалы не позволяют по ряду известных причин регистрировать излучение с длиной волны более 1,3 мкм. Расширить спектральный диапазон чувствительности термопластических материалов можно путем использования различных неселективных поглотителей энергии электромагнитного излучения, таких как тонкие металлические пленки, чернь и т. п. Имеется ряд сообщений о записи инфракрасных голограмм на тонких металлических пленках [3]. Основным недостатком, сдерживающим их применение, является то, что на них возможна только регистрация бинарных голограмм, т. к. голограмма регистрируется в результате испарения пленки при поглощении ею энергии излучения записи. Однако, если использовать тонкую металлическую пленку только в качестве поглотителя энергии излучения записи, то можно значительно улучшить качество инфракрасных голограмм. Металлотермопластический носитель для записи инфракрасных голограмм имеет трехслойную структуру и состоит из тонкого слоя термопластика, нанесенного на поглощающую металлическую пленку, напыленную в вакууме на ди-

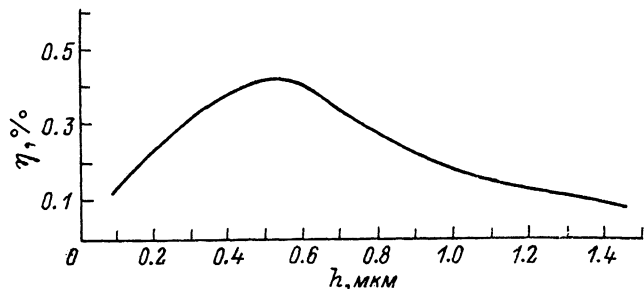


Рис. 1. Зависимость дифракционной эффективности  $\eta$  от толщины термопластического слоя  $h$ .

электрическую подложку. Запись инфракрасных голограмм на металлотермопластическом носителе осуществляется следующим образом.

Носитель термостабилизируют при температуре, незначительное превышение ( $\sim 1^\circ$ ) которой вызывает "морозную" деформацию поверхности заряженного слоя термопластика. Зарядка термопластика осуществляется перед экспонированием любым из известных способов, например коронным разрядом. При экспонировании заряженного металлотермопластика излучением записи происходит дополнительный разогрев термопластического слоя вследствие поглощения энергии излучения записи тонкой металлической пленкой. При этом на экспонированных участках носителя возникает "морозная" деформация, причем амплитуда деформаций в известной степени пропорциональна температуре нагрева участка термопластика. Фиксация полученной инфракрасной голограммы осуществляется охлаждением носителя ниже температуры плавления термопластика. Для восстановления полученной инфракрасной голограммы используется гелий-неоновый лазер.

Металлотермопластический носитель технологичен и может производиться на установках, предназначенных для изготовления фототермопластических носителей. Авторами проведен ряд исследований, направленных на получение оптимальных характеристик процесса записи инфракрасных голограмм на металлотермопластическом носителе. Основными параметрами, определяющими чувствительность металлотермопластического носителя, являются коэффициент поглощения тонкой металлической пленки и толщина термопластического слоя. Основываясь на результатах теоретического анализа и экспериментальных исследований, установлено, что максимальный коэффициент поглощения инфракрасного излучения с длиной волны более 3 мкм имеют тонкие металлические пленки с коэффициентом пропускания на длине волны 0,63 мкм, равным 0,15–0,2.

В качестве материала термопластического слоя был исследован ряд термопластических материалов, разработанных к настоящему времени. Наиболее высокая дифракционная эффективность и чувствительность получены на образцах металлотермопластического носителя, в которых термопластический слой изготовлен из полиэпокси-

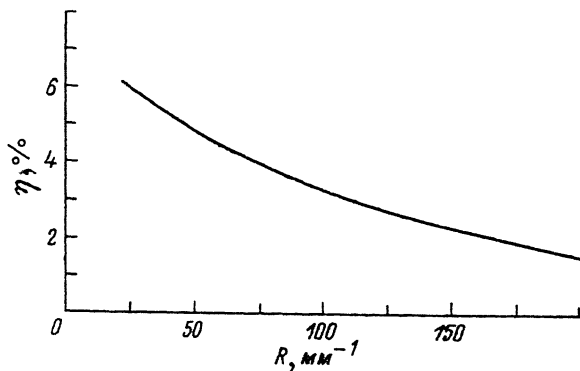


Рис. 2. Зависимость дифракционной эффективности  $\eta$  от пространственной частоты  $R$ .

карбозола (ПЭПКа). График зависимости дифракционной эффективности инфракрасной голограммы с пространственной частотой  $50 \text{ мм}^{-1}$ , записанной на металлотермопластическом носителе, от толщины термопластического слоя при постоянной плотности энергии излучения записи на длине волны  $10.6 \text{ мкм}$ , равной  $3 \cdot 10^{-2} \text{ Дж/см}^2$ , приведен на рис. 1. Максимум дифракционной эффективности достигается при толщине термопластического слоя  $\sim 0.5 \text{ мкм}$ . Такой вид зависимости дифракционной эффективности определяется тем, что при толщине слоя  $0.5 \text{ мкм}$  достигается оптимальное соотношение между максимальной температурой разогрева термопластика и глубиной „морозной“ деформации поверхности термопластика. Незначительное влияние на величину дифракционной эффективности оказывает величина потенциала заряда поверхности. Значительное увеличение напряжения коронирующей нити от величины высоковольтного напряжения, при которой происходит „морозная“ деформация поверхности термопластика, приводит к росту дифракционной эффективности инфракрасных голограмм не более, чем на 1%. Поэтому при записи инфракрасных голограмм напряжение коронатора выбиралось минимально возможным, при котором наблюдается устойчивая „морозная“ деформация поверхности заряженного термопластика.

Зависимость величины дифракционной эффективности от пространственной частоты регистрируемых голограмм при постоянной плотности энергии записи  $10^{-1} \text{ Дж/см}^2$  приведена на рис. 2. Падение величины дифракционной эффективности определяется увеличением скорости растекания теплового рельефа, сформированного в слое термопластика при уменьшении пространственного периода регистрируемых голограмм. Как видно из данного графика, на металлотермопластическом носителе возможна регистрация инфракрасных голограмм с пространственной частотой до  $20 \text{ мм}^{-1}$ .

В результате проведенных исследований разработан и создан металлотермопластический носитель для записи инфракрасных голограмм, обеспечивающий при записи голограмм с пространственной частотой

$\sim 100 \text{ мм}^{-1}$  на длине волны  $10,6 \text{ мкм}$  и восстановлении на длине волны  $0,63 \text{ мкм}$  дифракционную эффективность  $\sim 0,1\%$  при плотности энергии записи  $\sim 1 \cdot 10^{-2} \text{ Дж/см}^2$ .

Металлотермопластический носитель позволяет осуществлять как запись инфракрасных голограмм, так и запись инфракрасных голографических интерферограмм. Аппаратура для записи на металлотермопластическом носителе несложна в изготовлении, кроме того для этих целей может быть использована аппаратура для записи на фототермопластическом носителе. Авторы также полагают, что в результате дальнейших исследований параметры термопластического носителя могут быть улучшены.

### Л и т е р а т у р а

- [1] Несеребрянные фотографические материалы / Под ред. А.Л. Картужанского Л.: Химия, 1984. 376 с.
- [2] Оптическая голография / Под ред. Г. Колфилда. М.: Мир, 1982. 736 с.
- [3] A m o d e i I.I., M e z r i c h R.S. - Appl. Phys. Lett., 1969, v. 15, N 2, p. 815-818.

Поступило в Редакцию  
11 сентября 1987 г.  
В окончательной редакции  
10 мая 1988 г.