

ЗАПИСЬ НАЛОЖЕННЫХ ОБЪЕМНЫХ ГОЛОГРАММ В АКТИВИРОВАННОМ КРАСИТЕЛЕМ ЖЕЛАТИНОВОМ ГЕЛЕ

В. М. Катаркевич, А. Н. Рубинов, Т. Ш. Эфендиев

Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Минск

E-mail: katarkevich@dragon.bas-net.by

Одной из основных задач трехмерной голографии является обеспечение исследований в этой области регистрирующими материалами [1]. Особый интерес представляют толстослойные (0.01–0.1 см) светочувствительные среды с фотоиндуцированным изменением показателя преломления, пригодные для записи высокоэффективных фазовых голограмм. Это обусловлено тем, что угловая и спектральная селективность записанных голограмм тем выше, чем больше толщина регистрирующего слоя.

Ранее нами был предложен и исследован самопроявляющийся светочувствительный материал на основе активированного красителем водно-желатинового геля [2]. Такая среда позволяет на слоях толщиной ~ 0.1 см осуществлять запись объемных голограмм с высокими значениями дифракционной эффективности ($\eta_{max} \sim 70 - 90\%$) и угловой селективности ($\Delta\theta_{0.5} \sim 20'$). В то же время было установлено, что переход от записи одиночной голограммы к серии наложенных голограмм в одном и том же объеме геля сопровождается заметным падением их дифракционной эффективности [3]. Это является следствием недостаточно широкого динамического диапазона светочувствительного материала, который характеризуется суммарной фазовой модуляцией $\Sigma\varphi$ всех записанных в одном и том же объеме регистрирующей среды наложенных голограмм.

В настоящей работе реализован способ записи наложенных объемных голограмм в активированном красителем желатиновом геле, позволяющий значительно повысить их дифракционную эффективность.

В экспериментах использовались водно-желатиновые растворы родамина 6Ж с концентрацией красителя $C_d = 0.12$ мг/г при концентрации желатина $C_g = 0.1$ г/г. Раствор помещался в герметичную плоскопараллельную стеклянную оптическую кювету с толщиной рабочего слоя 0.11 см и студенился при комнатной температуре в течение не менее одних суток. Запись голограмм осуществлялась излучением 2-й гармоники ($\lambda = 532$ нм) наносекундного ($\tau_{0.5} \approx 17$ нс) АИГ:Nd³⁺-лазера. Диаметр зоны облучения на рабочей поверхности гелевого раствора составлял $d \approx 0.3$ см (площадь $s \approx 0.07$ см²) при площади указанной поверхности $S \approx 2.2$ см².

Как и ранее [3], для записи наложенных голограмм нами использовался метод углового мультиплексирования, при котором угол схождения

ния записывающих пучков 2θ поддерживается постоянным, а после акта записи каждой из отдельных голограмм кювета со светочувствительной средой разворачивается на определенный угол вокруг оси, перпендикулярной плоскости падения записывающего излучения. Однако, в отличие от [3] (где последовательная запись наложенных голограмм осуществлялась с минимальной временной задержкой друг относительно друга, а максимальное обесцвечивание красителя в зоне облучения достигалось после завершения записи последней голограммы), нами был использован существенно иной экспозиционный режим:

а) предварительно в определенной зоне гелевого раствора красителя записывалась одиночная объемная голографическая решетка с максимальным значением η , что достигалось при дозах облучения, приводящих к практически полному обесцвечиванию красителя в растворе;

б) затем кювета со светочувствительной средой разворачивалась на определенный угол и оставлялась в таком положении на время, необходимое для восстановления концентрации молекул красителя в зоне геля с записанной голограммой за счет их диффузии из необлученных зон;

в) далее осуществлялась запись второй голограммы с максимальным значением η .

Указанная в пунктах а) – в) последовательность операций повторялась при записи каждой из последующих наложенных голограмм.

При использовании описанного выше способа нами осуществлена запись трех наложенных голограмм (период $\Lambda \approx 5$ мкм) в одном и том же объеме активированного красителем геля. Экспериментально измеренное среднее значение дифракционной эффективности голограмм составило $\eta \sim 74.7\%$ при суммарном значении фазовой модуляции трех голографических решеток $\Sigma\varphi \approx 3$ рад. Для сравнения отметим, что при записи трех наложенных голограмм по прежней методике их среднее значение дифракционной эффективности не превышало $\eta = 10\%$ при $\Sigma\varphi \approx 1$ рад.

Таким образом, использование диффузии молекул красителя в желатиновом геле для восстановления его концентрации в зоне записи мультиплексной голограммы позволило в 3 раза расширить динамический диапазон данного светочувствительного материала и увеличить среднее значение дифракционной эффективности наложенных голограмм более чем в 7 раз.

1. *Varachevsky V.* // Optical Memory and Neural Networks. 1997. V. 6. № 1. P. 17–30.
2. *Эфендиев Т. Ш., Катаркевич В. М., Рубинов А. Н.* // Письма в ЖТФ. 2006. Т. 32. В. 21. С. 62–68.
3. *Эфендиев Т. Ш., Катаркевич В. М., Рубинов А. Н. и др.* // Сборник научных трудов VII Междунар. научн. конф. “ЛФиОТ-2010”. Мн.: 2010. Т. 3. С. 241–244.