

найденные из графиков значения констант скорости реакций (1) и (2) равны соответственно:  $\langle \sigma v_a \rangle_s = (1.5 \pm 0.6) \cdot 10^{-9} \text{ см}^3 \text{ с}^{-1}$ ,  $\langle \sigma v_a \rangle_t = (0.44 \pm 0.16) \cdot 10^{-9} \text{ см}^3 \text{ с}^{-1}$ . Значение скорости тушения триплетного состояния, полученное нами, близко к данным работы [3]  $\langle \sigma v_a \rangle_t =$

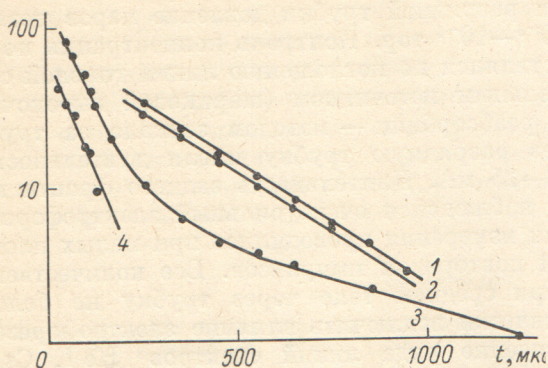


Рис. 1. Изменение заселенности уровней He и Cs<sup>+</sup> в послесвечении.

1 — яркость линии Cs<sup>+</sup> 522.7 нм, 2 — концентрация атомов He (2<sup>3</sup>S<sub>1</sub>), 3 — яркость линии Cs<sup>+</sup> 556.3 нм, 4 — концентрация атомов He (2<sup>1</sup>S<sub>0</sub>). Условия измерения: 1, 2 — N(Cs<sub>0</sub>) = 4.5 · 10<sup>12</sup> см<sup>-3</sup>, i = 2.1 МА, pHe = = 2.3 тор; 3, 4 — N(Cs<sub>0</sub>) = 9.1 · 10<sup>12</sup> см<sup>-3</sup>, i = 15 МА, pHe = = 2.3 тор.

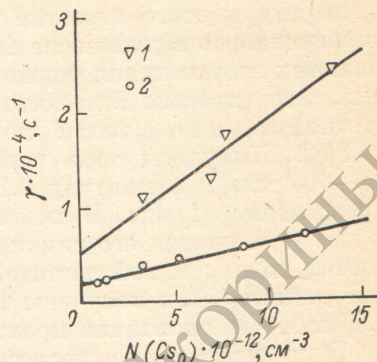


Рис. 2. Зависимость вероятности распада от концентрации атомов цезия.

1 — He (2<sup>1</sup>S<sub>0</sub>), 2 — He (2<sup>3</sup>S<sub>1</sub>).

$= 0.45 \cdot 10^{-9} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ . В то же время оно в два раза меньше, чем полученное в работе [4], однако различие находится в пределах тех ошибок, которые приводят авторы этой статьи. Данные по тушению синглетного метастабильного состояния атома гелия атомами цезия получены нами впервые.

Авторы выражают свою признательность Н. П. Пенкину за внимание к работе и обсуждение ее результатов.

#### Литература

- [1] Спектроскопия газоразрядной плазмы. «Наука», Л., 1970.
- [2] R. Deloche, P. Monchicourt, M. Cheret, F. Lambert. Phys. Rev. A, 13, 1140, 1976.
- [3] C. E. Johnson, C. A. Tipton, H. G. Robinson. J. Phys. B, 11, 927, 1978.
- [4] R. S. Bergman, L. M. Chanin. Phys. Rev. A, B, 1076, 1973.

Поступило в Редакцию 20 июня 1979 г.

УДК 535.317.1

### ЗАПИСЬ ИНФРАКРАСНЫХ ГОЛОГРАММ В ОБЛАСТИ 10.6 мкм НА ТРИАЦЕТАТЦЕЛЛЮЛОЗЕ

Э. М. Бархударов, В. Р. Березовский, М. И. Бродзели,  
А. М. Гилельс, И. А. Елигулашвили, Т. Н. Махарадзе,  
М. И. Тактакишвили и Т. Я. Челидзе

Проводимые в последние годы работы по инфракрасной (ИК) голографии с записью голограмм излучением импульсного СО<sub>2</sub>-лазера с длиной волны 10.6 мкм представляют значительный интерес для диагностики плазмы, исследования ИК оптических материалов и др. Важной составной частью таких работ является поиск новых регистрирующих сред с улучшенными характеристиками.

Первыми материалами для записи голограмм в области 10.6 мкм были тонкие пленки из висмута или парафина, нанесенные на стеклянную подложку [1, 2]. Однако голограммы, записанные на этих пленках, обладают низкой дифракционной эффективностью ( $\approx 5\%$ ). Кроме того, неоднородность толщины пленок, их механическая непрочность существенно сказываются на качестве голограмм.

Один из путей повышения дифракционной эффективности голограмм состоит в применении толстых фазовых регистрирующих сред с пространственной модуляцией показателя преломления [3]. Так, на полимерах, относящихся к этому типу материалов, в ультрафиолетовой (УФ) и видимой областях спектра могут быть получены голограммы с очень высокой дифракционной эффективностью [4]. Одним из лучших голографических материалов в УФ области спектра считается полиметилметакрилат. С другой стороны, в настоящее время полиметилметакрилат является единственным полимерным материалом, на котором показана возможность записи ИК голограмм [5]. Дифракционная эффективность (определяемая как отношение интенсивности света, дифрагировавшего в первый порядок, к полной интенсивности освещающего голограмму светового пучка) ИК голограмм, записанных на полиметилметакрилате, не превышает 11—13%. Таким образом, полиметилметакрилат, являющийся хорошим голографическим материалом в УФ области спектра, не обладает такими же характеристиками в ИК диапазоне. Это объясняется, очевидно, тем, что энергия кванта ИК излучения недостаточна для полимеризации остаточных мономеров полиметилметакрилата, обуславливающей значительное изменение показателя преломления материала.

Известно, что облучение триацетатцеллюлозы (ТАЦ) ИК лазером, работающим в непрерывном режиме, приводит к изменению ее физической структуры [6].

В настоящей работе ТАЦ исследовалась в качестве регистрирующей среды для записи голограмм в ИК области спектра на длине волны 10.6 мкм. Для получения голограмм использовался импульсный  $\text{CO}_2$ -лазер с двойным поперечным разрядом с преионизацией на катоде. Лазер работал на смеси газов  $\text{CO}_2 : \text{N}_2 : \text{He}$  в соотношении 3 : 0.5 : 4 при общем давлении 350 тор. В данном режиме преобладающая часть энергии излучения была сосредоточена в пике длительностью  $\tau \approx 100$  нс. Эта величина определяет время экспонирования ТАЦ при записи ИК голограмм. Регистрация голограмм производилась по обычной двухлучевой схеме с углом схождения интерферирующих пучков  $\Theta = 40^\circ$ , что соответствует пространственной частоте интерференционных полос на голограмме около  $70 \text{ мм}^{-1}$  или периоду решетки около 15 мкм. Восстановление производилось с помощью He—Ne лазера ( $\lambda = 0.633$  мкм). Исследуемые образцы представляли собой промышленные ТАЦ пленки толщиной 0.2 мм. Микрофотография голографической решетки, записанной на такой пленке, показана на рисунке.

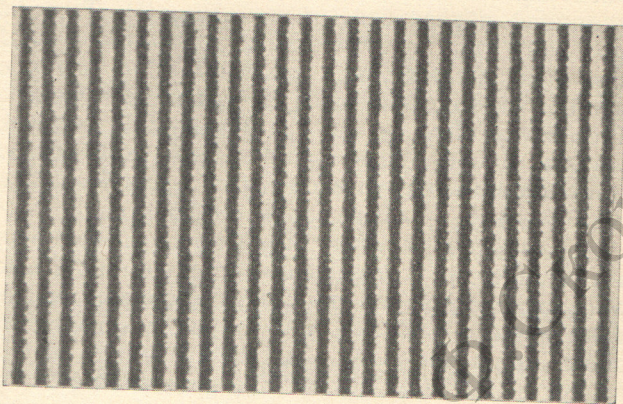
Измеренная нами дифракционная эффективность ИК голограмм на ТАЦ составляет 18—20%. Это значение указывает на преимущественно фазовый характер полученных голограмм. Следовательно, голографическая запись осуществляется в результате локальных изменений показателя преломления ТАЦ в соответствии с распределением интенсивности излучения в интерференционной картине.

Более высокое значение дифракционной эффективности ИК голограмм, записанных на ТАЦ, по сравнению с полиметилметакрилатом может быть объяснено тем, что вызываемые ИК излучением в обоих полимерах конформационные изменения обуславливают кристаллизацию ТАЦ [6], тогда как в полиметилметакрилате она исключена [7].

Следует отметить, что использование ТАЦ позволяет получать высококачественные ИК голограммы не только с более высоким значением дифракционной эффективности, но и в более широком интервале плотностей энергии излучения, чем при использовании полиметилметакрилата. Это в свою очередь приводит к значительному увеличению эффективной

площади записанной голограммы, которая из-за сильной пространственной неоднородности пучка излучения импульсного  $\text{CO}_2$ -лазера составляет на полиметилметакрилате лишь сравнительно небольшую часть площади сечения пучка в плоскости голограммы, а на ТАЦ практически совпадает с последней.

Ввиду упомянутой неоднородности пучка удобно говорить о средней по эффективной площади голограммы плотности энергии излучения.



Микрофотография ИК голографической решетки, записанной на ТАЦ пленке толщиной 0.2 мм.

Период решетки 13 мкм.

Минимальное значение этой усредненной величины, достаточное для записи голограмм, приблизительно характеризует чувствительность регистрирующих сред в области 10.6 мкм. Согласно нашим измерениям, определенная таким образом чувствительность ТАЦ оказалась примерно вдвое выше, чем для полиметилметакрилата.

Приведенные результаты с учетом доступности и дешевизны ТАЦ, а также отсутствия необходимости в какой-либо предварительной или последующей обработке свидетельствуют, на наш взгляд, о том, что этот материал является наиболее перспективным из всех известных в настоящее время регистрирующих сред для ИК голографии.

Авторы благодарят М. О. Мдивнишвили за участие в эксперименте.

#### Литература

- [1] G. Decker, H. Herold, H. Röhr. *Appl. Phys. Lett.*, 20, 490, 1972.
- [2] P. R. Forman, S. Gumphries, R. W. Peterson. *Appl. Phys. Lett.*, 22, 537, 1973.
- [3] В. А. Барачевский, Г. И. Лашков, В. А. Цехомский. *Фотохромизм и его применение*. «Химия», М., 1977.
- [4] A. A. Friese, Z. Rav-Noy, S. Reich. *Appl. Opt.*, 16, 427, 1977.
- [5] Э. М. Бархударов, В. Р. Березовский, Г. В. Гелашвили, М. И. Тактакишвили, Т. Я. Челидзе, В. В. Чичинадзе. *Письма ЖТФ*, 2, 1079, 1976.
- [6] Р. Г. Жбанков, В. А. Ждановский, Л. И. Киселевский, В. Н. Снопко, С. П. Фирсов. *Ж. прикл. спектр.*, 20, 317, 1974.
- [7] Э. И. Барг. *Технология синтетических пластических масс*. Госхимиздат, Л., 1954.

Поступило в Редакцию 2 июля 1979 г.