

07:08  
©1994

## ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИМПУЛЬСА ТЕА-СО<sub>2</sub> ЛАЗЕРА

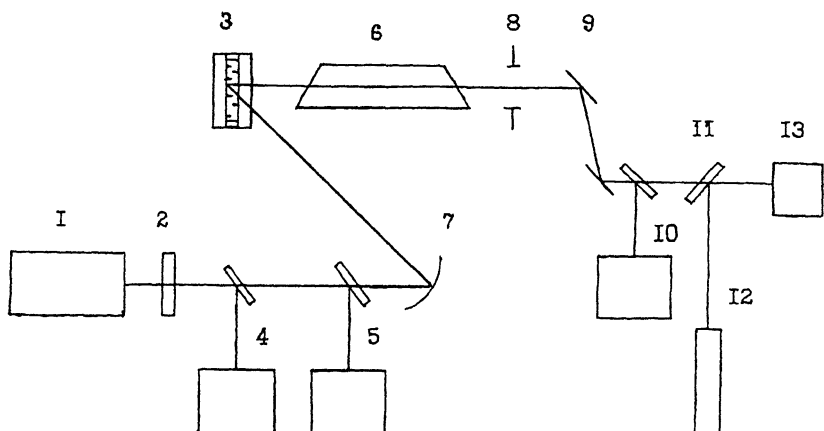
*В.В. Данилов, О.Б. Данилов, А.И. Сидоров*

В работах [1,2] показано, что жидкокристаллические модуляторы являются перспективными устройствами для внутррезонаторного управления параметрами генерации ТЕА-СО<sub>2</sub> лазеров. В то же время наличие у жидкого кристалла (ЖК) заметного поглощения на рабочей длине волны лазера ( $\alpha \sim 15 \text{ см}^{-1}$  для  $\lambda = 10.6 \text{ мкм}$ ) приводит при взаимодействии лазерного излучения с ЖК к появлению ряда эффектов [3], влияющих на параметры генерации лазера.

В данной работе приведены результаты экспериментального исследования изменения показателя преломления холестерического ЖК под действием импульса излучения ТЕА-СО<sub>2</sub> лазера ( $\tau_{\text{имп}} = 1.2 \text{ мкс}$ ).

Эксперимент заключался в измерении гетеродинным методом [4] сдвига частоты генерации лазера с ЖК модулятором, вызванного изменением показателя преломления ЖК. Ввиду того что самовоздействие излучения в активной среде ТЕА-СО<sub>2</sub> лазера приводит к сдвигу частоты генерации в течение импульса на  $\Delta\nu = 5 - 10 \text{ МГц}$  [5], измерение  $\Delta\nu$ , вызванного непосредственно изменением показателя преломления ЖК, в ТЕА-СО<sub>2</sub> лазере затруднено, так как оба сдвига частоты накладываются друг на друга. В нашем эксперименте была использована методика, позволившая исключить сдвиг частоты, вызванный самовоздействием излучения в активной среде лазера. Особенность эксперимента состояла в том, что ЖКМ помещался в резонатор непрерывного СО<sub>2</sub> лазера низкого давления, а импульс излучения, воздействующий на ЖК, формировался ТЕА-СО<sub>2</sub> лазером.

Оптическая схема эксперимента приведена на рис. 1. Резонатор непрерывного СО<sub>2</sub> лазера низкого давления состоял из ЖК модулятора 3, выполненного в виде глухого управляемого зеркала с толщиной слоя ЖК  $h = 20 \text{ мкм}$  и эшелетта 9 (150 штр./мм), положение которого соответствовало условию автоколлимационного отражения для линии 10Р20 ( $\lambda = 10.59 \text{ мкм}$ ). Диафрагма 8 служила для выделения генерации на моде ТЕМ<sub>00</sub>. Излучение выводилось из резонатора через нулевой порядок эшелетта и направлялось в охлаждаемый фотоприемник 12. В качестве лазера-гетеродина



**Рис. 1.** Оптическая схема эксперимента.

1 — ТЕА-СО<sub>2</sub> лазер, 2 — ослабитель, 3 — ЖКМ, 4, 10 — ИМО-2Н, 6 — разрядная трубка СО<sub>2</sub> лазера низкого давления, 7 — сферическое зеркало, 8 — диафрагма, 9 — эшелетт, 11 — пластина ВаF<sub>2</sub>, 12 — лазер ЛГ-74; 5, 13 — фотоприемник.

использовался непрерывный СО<sub>2</sub> лазер низкого давления ЛГ-74. Воздействующий импульс излучения формировался ТЕА-СО<sub>2</sub> лазером 1, обеспечивающим энергию генерации до 100 мДж на моде ТЕМ<sub>00</sub>. Импульс излучения ТЕА-СО<sub>2</sub> лазера регистрировался фотоприемником 5. Импульсное излучение ослаблялось калиброванными ослабителями 2 и с помощью сферического зеркала 7 фокусировалось на ЖКМ в область, совпадающую с положением моды генерации непрерывного лазера. Диаметр пятна импульсного излучения на ЖК был равен 5 мм и соответствовал диаметру моды непрерывного лазера. Мощность генерации непрерывного лазера была снижена до 50 мВт путем уменьшения тока разряда для предотвращения нагрева ЖК непрерывным излучением. ЖК, использованный в экспериментах, описан в работе [1].

На рис. 2, б показаны временные зависимости сдвига частоты генерации и изменения показателя преломления для трех значений плотности энергии импульсного излучения, падающего на ЖК. Изменение показателя преломления ( $\Delta n$ ) определялось по формуле

$$\Delta n = n_0(L/h)(\Delta\nu/\nu_0),$$

где  $n_0$  — показатель преломления ЖК,  $L$  — длина резонатора лазера,  $h$  — толщина слоя ЖК,  $\nu_0$  — частота излучения лазера.

Из рис. 2 видно, что под действием импульса генерации ТЕА-СО<sub>2</sub> лазера происходит рост  $\Delta\nu$  и  $\Delta n$  до максимума

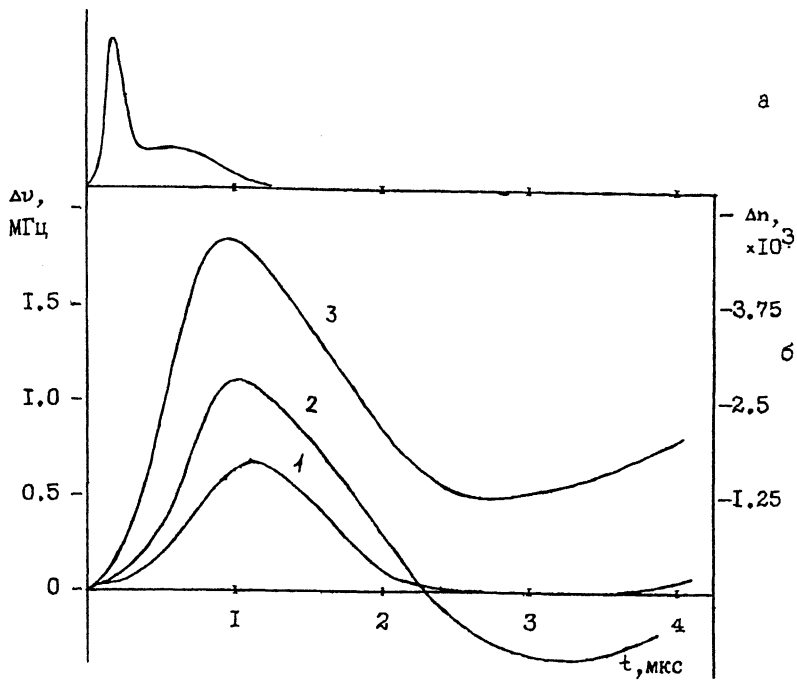
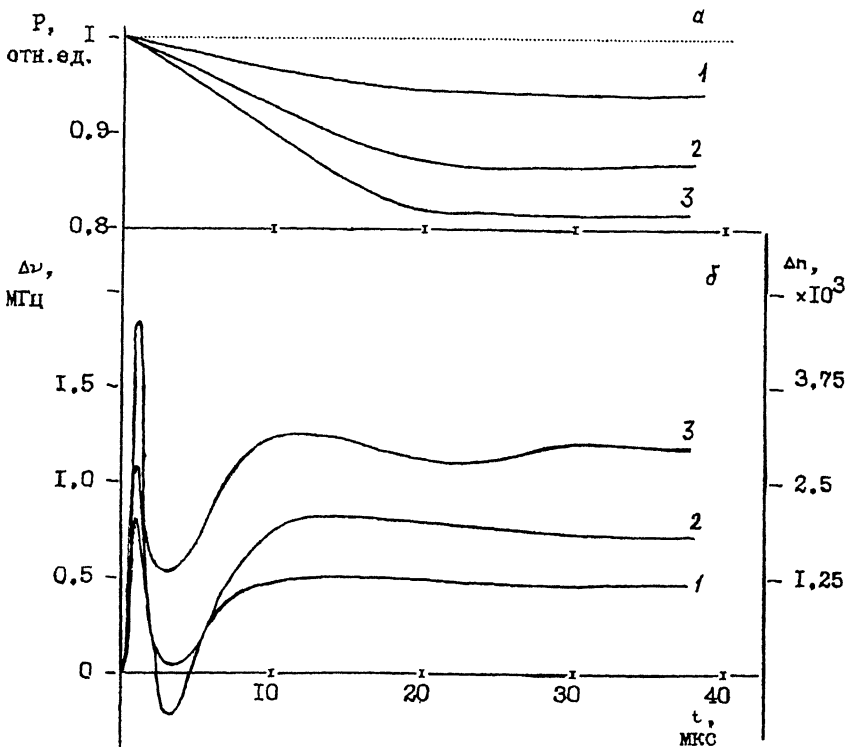


Рис. 2. а — осциллограмма импульса генерации ТЕА-СО<sub>2</sub> лазера, б — сдвиг частоты генерации лазера низкого давления и изменение показателя преломления ЖК. 1 —  $W = 30$  мДж/см<sup>2</sup>, 2 — 50, 3 — 80.

при  $t \sim 1$  мкс, и затем спад ( $1 < t < 2.5$  мкс), при котором возможен переход зависимостей в область отрицательных значений. Максимальные величины  $\Delta\nu$  сравнимы со сдвигом частоты генерации в ТЕА-СО<sub>2</sub> лазере, вызванным изменением показателя преломления активной среды при самовоздействии излучения. Характер зависимостей  $\Delta\nu(t)$  и  $\Delta n(t)$  при  $t < 3$  мкс подтверждает вывод, сделанный в работе [6] о вкладе оптико-акустического эффекта в изменение показателя преломления ЖК при воздействии импульсного излучения.

При  $t > 3$  мкс наблюдается плавный рост  $\Delta\nu$  и  $\Delta n$  с выходом на насыщение при  $t \sim 20$  мкс (рис. 3, б), сопровождающийся уменьшением мощности генерации лазера низкого давления (рис. 3, а). Восстановление исходной мощности генерации происходит через  $t \sim 5$  мс. Данная область изменения показателя преломления ЖК связана с начальной стадией развития конвективных и электрогидродинамических неустойчивостей в ЖК, описанных в работе [3].



**Рис. 3.** а — изменение мощности генерации  $\text{CO}_2$  лазера низкого давления после импульса ТЕА- $\text{CO}_2$  лазера, б — сдвиг частоты генерации лазера низкого давления и изменение показателя преломления ЖК. 1 —  $W = 30$  мДж/см<sup>2</sup>, 2 — 50, 3 — 80.

### Список литературы

- [1] Данилов В.В., Данилов О.Б., Сидоров А.И. и др. // ЖТФ. 1991. Т. 61. С. 126.
- [2] Данилов В.В., Данилов О.Б. и др. // Квантовая электроника. 1991. Т. 18. С. 1211.
- [3] Danilov V.V., Sidorov A.I. // Mol. Mat. 1993. V. 2. P. 97.
- [4] Протопопов В.В., Устинов Н.Д. // Лазерное гетеродинамирование. М., 1985. 288 с.
- [5] Кунцевич Б.Ф., Малюта Д.Д., Межесов В.С. и др. // Квантовая электроника. 1987. Т. 14. С. 328.
- [6] Данилов В.В., Сидоров А.И. // Письма в ЖТФ. 1991. Т. 17. В. 13. С. 41.

Поступило в Редакцию  
8 августа 1994 г.