

- [2] О'Д е л л Т. Магнитные домены высокой подвижности. М.: Мир, 1978. 197 с.
- [3] Л и с о в с к и й Ф.В. Физика цилиндрических магнитных доменов. М.: Сов. радио, 1979. 192 с.
- [4] Э ш е н ф е л ь д е р А. Физика и техника цилиндрических магнитных доменов. М.: Мир, 1983. 496 с.
- [5] Элементы и устройства на цилиндрических магнитных доменах: Справочник / А.М. Балбашов, Ф.В. Лисовский, В.К. Раев и др./ Под ред. Н.Н. Евтихиева, Б.Н. Наумова. М.: Радио и связь, 1987. 488 с.
- [6] S e i t s c h i k G.A., D o y l e W.P., G o l d - b e r g G.K. - J. Appl. Phys., 1971, v. 42, p. 1272-1274.
- [7] Л о г у н о в М.В., Р а н д о ш к и н В.В., С и г а - ч е в В.Б. - ПТЭ, 1985, № 5, с. 247-248.
- [8] К р и н ч и к Г.С. Физика магнитных явлений. М.: изд. МГУ, 1985. 336 с.
- [9] Н а б о к и н А.И. - Письма в ЖТФ, 1981, т. 7, в. 5, с. 308-312.
- [10] Г р и г о р е н к о А.Н., М и ш и н С.А., Р у д а ш е в - с к и й Е.Г. - Письма в ЖТФ, 1987, т. 13, в. 18, с. 1147-1151.
- [11] Б а ж а ж и н Г.А., И л ь и ч е в а Е.Н., М у ш е н - к о в а И.В., Ф е д ь ю н и н Ю.Н., Ш и ш к о в А.Г., Ш и р о к о в а Н.Б. - ЖТФ, 1985, т.55, в. 2, с. 396-399.
- [12] Б а ж а ж и н Г.А., И л ь и ч е в а Е.Н., К о т о в В.А., Т е л е с н и н Р.В., Ш и ш к о в А.Г. - ФТТ, 1987, т. 29, в. 1, с. 257-260.
- [13] Н а б о к и н П.И., Н и к о л а е в Л.В. - Микроэлектроника, 1981, т. 10, в. 6, с. 516-522.

Донецкий физико-технический институт АН УССР

Поступило в Редакцию
28 июня 1988 г.
В окончательной редакции
4 ноября 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 24

26 декабря 1988 г.

ТВЕРДОТЕЛЬНО-ЖИДКОСТНЫЕ ПАССИВНЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ЗАТВОРЫ

Г.Б. А л ь т ш у л е р, Е.Г. Д у л ь н е в а,
А.В. Е р о ф е е в, И.А. М о к и е н к о

Пассивные лазерные затворы, благодаря своей простоте и надежности, получили чрезвычайно широкое распространение в лазерной технике. Рассматривая моноимпульсные неодимовые лазеры, следует выделить два наиболее часто используемых типа пассивных затворов: на основе центров окраски в щелочногалоидных кристаллах и на основе растворов органических красителей. Однако щелочногалоид-

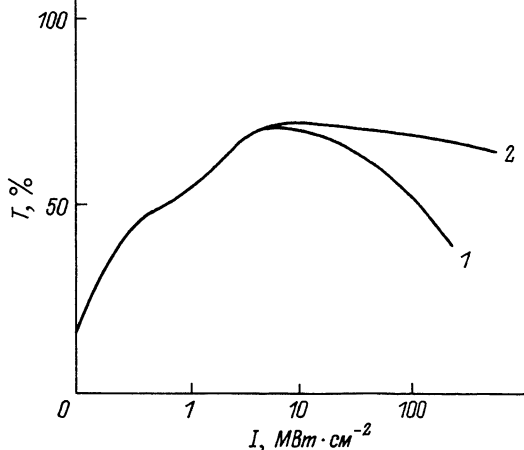


Рис. 1. Зависимость пропускания затвора от плотности мощности излучения. 1 – раствор, 2 – МПС (микропористое стекло).

ные кристаллы обладают сравнительно невысокой лучевой прочностью, а к недостаткам жидкостных затворов следует отнести неудовлетворительные термооптические характеристики, узкий рабочий интервал температур и токсичность ряда растворителей. Указанные недостатки жидкостных затворов могут быть устранены путем использования активированных красителями полимерных композиций. В то же время термооптические характеристики известных полимеров ненамного превосходят характеристики жидкостей. В настоящей работе впервые рассматривается новый тип затворов моноимпульсных лазеров – твердотельно-жидкостные. Твердотельно-жидкостные лазерные среды успешно сочетают высокую оптическую однородность, присущую жидкостным затворам, и термооптические характеристики твердотельных матриц. Высокий ресурс работы обеспечивается как высокой фотостойкостью красителя (краситель № 1055), так и наличием „диффузионной прокачки“ красителя в объеме твердотельно-жидкостной матрицы.

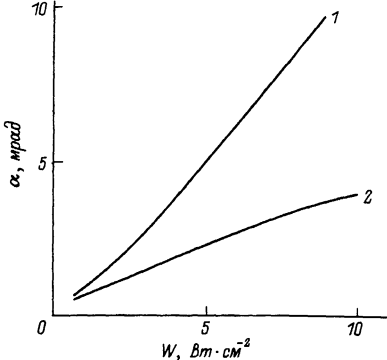
Ранее нами сообщалось о создании твердотельно-жидкостных затворов на основе активированных красителем „сухого“ и пропитанного жидкостью кварцевого микропористого стекла [1]. Было показано, что их использование позволяет существенно повысить воспроизводимость параметров генерации лазера в режиме синхронизации мод, улучшает пространственное распределение генерируемого излучения и обеспечивает работу лазера в импульсно-периодическом режиме.

Спектр поглощения исследуемого красителя в микропористом стекле (МПС) не имеет каких-либо особенностей по сравнению с раствором красителя, что говорит о высокой степени сольватации молекул красителя в МПС.

С целью исследования характеристик твердотельно-жидкостного

Рис. 2. Зависимость угла расхождения излучения от плотности средней мощности внутрирезонаторного излучения.

1 - раствор, 2 - МПС.



затвора нами был проведен комплекс экспериментальных работ, включавший в себя измерение интенсивности насыщения поглощения, оптического контраста затвора, уровня термооптических искажений, а также коэффициента преобразования энергии свободной генерации в моноимпульс неодимового лазера с пассивной модуляцией добротности. Все измерения проводились по сравнительной методике путем сопоставления результатов исследования жидкостного и твердоотельно-жидкостного затворов. Измерения интенсивности насыщения поглощения проводились на установке, позволяющей проводить измерения пропускания с погрешностью 10% в широком диапазоне интенсивностей излучения ($0.1 \text{ МВт/см}^2 - 0.8 \text{ ГВт/см}^2$). В качестве исследуемых твердоотельно-жидкостных затворов использовались пластины микропористого кварцевого стекла, пропитанные раствором красителя № 1055 в этилацетате. Концентрация красителя обеспечивала начальное пропускание затвора на рабочей длине волны $T_0 = 10-15\%$. В качестве жидкостного затвора использовалась плоскопараллельная кварцевая кювета с зазором такой же толщины, заполненная раствором красителя, обеспечивавшем ту же величину начального пропускания. Результаты экспериментов приведены на рис. 1. Видно, что с точностью до погрешности экспериментальной методики зависимость пропускания твердоотельно-жидкостного затвора совпадает с жидкостным. При интенсивностях, существенно превышающих насыщающие, пропускание жидкостного затвора заметно уменьшается, в то время как у твердоотельно-жидкостного остается стабильной величиной. Оптический контраст твердоотельно-жидкостного затвора, определяемый как отношение оптической плотности „закрытого“ затвора к оптической плотности „открытого“, совпадает с контрастом жидкостного и составляет величину $D_3/D_0 = 4.5 \pm 0.5$.

Яркость генерируемого излучения во многом определяется термооптическими искажениями в лазерном затворе. Нами было проведено исследование зависимости угла расхождения излучения генерации частотного лазера на АИГ: Nd^{3+} с твердоотельно-жидкостным и жидкостным пассивными затворами от величины плотности средней мощности внутрирезонаторного излучения W . На рис. 2 приведена зависимость угла расхождения излучения от W . Известно, что расходимость лазерного излучения пропорциональна $\alpha \sim \sqrt{n \left(\frac{dn}{dT} \right)}$, где

n – показатель преломления среды, $(\frac{dn}{dT})$ – температурный показатель преломления. Подставив численные значения n , $(\frac{dn}{dT})$ для жидкости и микропористого стекла, находим отношение расходов лазерного излучения $\frac{\alpha_x}{\alpha_c} \approx 2$, что хорошо согласуется с приведенным экспериментальным результатом. Из графиков следует, что в случае жидкостного затвора уровень $W = 5 \text{ Вт/см}^2$ является предельно допустимым. В случае твердо-жидкостного затвора угол расхождения остается на допустимом уровне при W вплоть до $20\text{--}25 \text{ Вт/см}^2$.

Коэффициент преобразования энергии свободной генерации в монопультс характеризует уровень остаточных потерь в затворе и время релаксации красителя. Как в случае жидкостного, так и твердо-жидкостного затворов отношение величины энергии одиночного монопультса к энергии свободной генерации лазера на АИГ: Nd^{3+} составило $\frac{E_{ми}}{E_{св}} = 0.2\text{--}0.25$, что уступает $\frac{E_{ми}}{E_{св}}$ для лазеров с пассивной модуляцией добротности кристаллами $LiF:F^{2-}$ и может объясняться относительно невысоким контрастом исследуемых затворов.

Нами также исследовался ресурс работы твердо-жидкостного затвора. Измерения проводились по методике, состоящей в измерении времени работы частотного лазера с исследуемыми затвором, в течении которого при заданном уровне накачки затвор обеспечивает стабильный одиночный монопультсный режим. В результате исследований установлено, что энергетическая экспозиция затвора $\rho = 15\text{--}20 \cdot 10^4 \text{ Дж/см}^2$ не приводит к выходу лазера из диапазона монопультсности и, таким образом, эффективное сечение фотообесцвечивания молекулы красителя можно оценить величиной $\sigma \approx 10^{-24} \text{ см}^2$, что более чем на 2–3 порядка меньше, чем у лучших полиметиновых красителей.

Результаты исследований, проведенных в рамках настоящей работы, позволяют сделать вывод о перспективности использования твердо-жидкостных пассивных лазерных затворов в составе лазерных систем с повышенными требованиями к яркости и распределению генерационного излучения, в частотных лазерах, в лазерах на стекле с большой апертурой, в многокаскадных системах в качестве оптической развязки.

Л и т е р а т у р а

- [1] Г.Б. Альтшулер, Е.Г. Дульнева, А.В. Ерофеев, И.К. Мешковский, А.В. Окишев. – Квантовая электроника, т. 12, № 5, с. 1094, 1985.

Ленинградский институт
точной механики и оптики

Поступило в Редакцию
12 сентября 1988 г.