

Формирование основной поперечной моды в резонаторе лазера с электрооптическим затвором-отражателем при автоинжекции затравочного излучения

Б.Н.Тюшкевич, О.В.Рыбаковский, Ю.Б.Тюшкевич

Экспериментально исследована оптическая схема моноимпульсного лазера с автоинжекцией затравочного излучения свободной генерации, обеспечивающая развитие основной поперечной моды в резонаторе с призмным электрооптическим затвором-отражателем.

Ключевые слова: автоинжекция, призмный резонатор, селекция мод.

Внешняя инжекция и автоинжекция затравочного излучения используются в лазерах для управления спектральными и временными характеристиками гигантских импульсов [1, 2]. В голографических лазерах для улучшения пространственной когерентности излучения (как правило, с помощью диафрагмы) в резонаторе осуществляется селекция основной поперечной моды TEM_{00} . При традиционном использовании в резонаторе концевых отражателей типа призма-крыши формирование TEM_{00} -моды затруднено, т. к. ребро призмы попадает в центр канала генерации. В настоящей работе описана и экспериментально исследована оптическая схема моноимпульсного рубинового лазера с автоинжекцией затравочного излучения свободной генерации, обеспечивающая развитие основной поперечной моды в резонаторе с призмным электрооптическим затвором-отражателем (ЭОЗО).

На рис.1,а приведена оптическая схема с автоинжекцией затравочного излучения свободной генерации в лазере с двумя резонаторами, оптически связанными через ЭОЗО 3 типа МДЭ-2 [3]. Одна из необыкновенных волн, выходящих из выключенного ЭОЗО, использована для формирования затравочного излучения свободной генерации в дополнительном резонаторе (ход лучей показан штриховой линией) с оптической длиной $l \sim 1.5$ м, образованном выходным отражателем 1 (подложка из стекла К8 толщиной ~ 10 мм) и вспомогательным отражателем 4 (плоское зеркало с коэффициентом отражения $R \approx 0.38$), а также призмой-крышей ЭОЗО. Управление затвором-отражателем осуществлялось блоком БПЗ-2Л 7 [4], который запускался сигналом фотоэлемента ФК-19 б.

При включении ЭОЗО и формировании гигантского импульса канал генерации переводится в основной резонатор длиной ~ 2 м (ход лучей показан сплошной линией), обладающий не только большей добротностью, но и в 1.5 раза большим коэффициентом заполнения активным веществом, который определяется как отношение оптической длины активного элемента к оптической длине резонатора [5]. Активным элементом 2 служил руби-

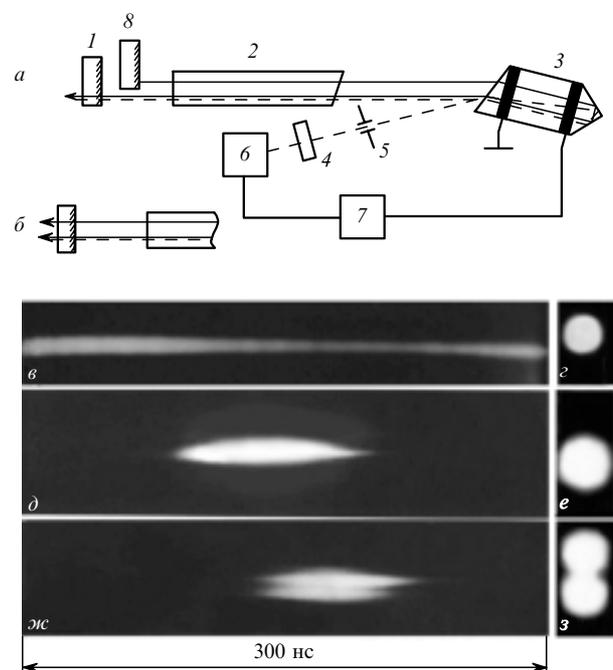


Рис.1. Схема лазера (а), ее фрагмент (б) и картина поля затравочного излучения (с) и моноимпульсной генерации без (д) и с использованием «глухого» отражателя (е) на выходе лазера, а также полученные с помощью фотоэлектронного регистратора временные развертки интенсивности излучения в указанных режимах (в, д, ж):

1 – выходной отражатель; 2 – активный элемент; 3 – моноблочный ЭОЗО; 4 – вспомогательный отражатель; 5 – диафрагма; 6 – фотоприемник; 7 – блок управления ЭОЗО; 8 – «глухой» отражатель.

новый стержень РЛС $\varnothing 8 \times 120/180$ мм, накачиваемый в эллиптическом отражателе из молочного стекла двумя импульсными лампами ИСП 5000; их питание осуществлялось от блока Накачка-3000М. В качестве отражателя 8 использовалось сферическое зеркало с радиусом кривизны ~ 2 м и коэффициентом отражения ~ 0.99 .

Полученные с помощью фотоэлектронного регистратора ФЭР-2-1 развертки интенсивности излучения и интегральные пространственные картины поля затравочного излучения свободной генерации и формируемого при этом гигантского импульса в лазере с диафрагмой 1.5 мм представлены на рис.1,б–е. На рис.1,ж,з показан

гигантский импульс на выходе лазера с традиционным использованием выходного отражателя 1 (рис.1,а). Длительность гигантских импульсов на уровне половинной интенсивности в обоих случаях не превышала 50 нс. Уровень накачки активного элемента 2 соответствовал порогу генерации в дополнительном резонаторе, что обеспечивало воспроизводимость от вспышки к вспышке энергетических параметров моноимпульсного излучения.

При формировании гигантских импульсов на основной поперечной ТЕМ₀₀-моде лазер позволяет более эффективно использовать генерирующий объем активного элемента. Увеличение коэффициента заполнения основного резонатора дает возможность повысить энергетические параметры генерируемых гигантских импульсов. Для увеличения контраста спектральной линии моноимпульсного излучения без использования первого пика свободной генерации в качестве затравочного излучения достаточно отражатели 1 и 8 поменять местами, чтобы формируемое в дополнительном резонаторе излучение свободной генерации, которое отличается своими спектральными параметрами от затравочного излучения и фактически является шумом, не попало на выход лазера. Увеличение коэффициента заполнения за счет подключения к генерации части активного элемента на стадии формирования моноимпульса позволяет формировать из затравочного излучения узкополосные гигантские импульсы достаточно высокой мощности даже без существенного увеличения добротности резонатора при включении ЭОЗО.

Таким образом, исследуемый лазер обеспечивает формирование гигантских импульсов на ТЕМ₀₀-моде

при увеличении добротности и/или коэффициента заполнения резонатора активной средой, более эффективное использование генерирующего объема активного элемента, повышение энергетических параметров гигантских импульсов и контраста их спектра на выходе, а также сохранение воспроизводимости параметров от импульса к импульсу.

При использовании определенного набора призмных отражателей могут быть построены оптические схемы с трех- и четырехкратным прохождением излучения по активному элементу. Если активные элементы имеют большой диаметр, число проходов увеличивается, и характер трансформации временных и энергетических параметров генерации в этом случае требует дополнительных исследований. Отмеченные особенности носят достаточно общий характер и присущи не только рассмотренному рубиновому лазеру с ЭОЗО типа МДЭ-2 и автоинжекцией затравочного излучения свободной генерации. Аналогичный многоканальный режим генерации может быть реализован также в лазерах с внешней инжекцией затравочного излучения.

1. Бондаренко А.Н., Фолин К.Г., Смирнов В.А., Анциферов В.В. *Письма в ЖЭТФ*, 6, 692 (1967).
2. Hanna D.C., Luther-Davies B., Smith R.C. *Opto-Electron.*, 4, 249 (1972).
3. Тюшкевич Б.Н., Тюшкевич Ю.Б., Рыбаковский О.В. Патент РФ № 2565; *Афицкий бюллетень*, 4, 190 (1998).
4. Колесов Г.В., Лебедев В.П., Нефедьев В.А., Пугаев В.И. *ПТЭ*, 6, 233 (1972).
5. *Методы расчета оптических квантовых генераторов*. Под ред. Б.И. Степанова (Минск: Наука и техника, 1968, т. 2, с.189).