

В. А. ДАНИЛОВ, С. А. ЗЕНЧЕНКО, Г. В. ШАРОНОВ

СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ АРГОНОВОГО ЛАЗЕРА В РЕЖИМЕ СИНХРОНИЗАЦИИ МОД

Режим синхронизации мод в лазерах является эффективным средством повышения пиковой мощности излучения, приводит к стабилизации спектра и уменьшению шумов в излучении лазера. Большой интерес к синхронизации мод аргонового лазера объясняется возможностью его широкого использования для синхронной накачки лазеров на органических красителях, измерения времен высвечивания флуоресценции, оптической связи, локации и т. д. В работах [1, 2] подробно изучена временная структура генерации аргонового лазера с пассивной синхронизацией мод с помощью внутррезонаторной поглощающей ячейки. Появление импульсной последовательности в этом случае не определено во времени, а спектральные и временные характеристики зависят от условий возбуждения активной среды. При активной синхронизации мод частота следования импульсов определяется частотой модуляции, а фаза оптических импульсов жестко связана с фазой внешнего модулирующего сигнала, что облегчает выделение единичного импульса из последовательности. Изменение соотношений между частотой модуляции и частотой межмодовых биений в режиме активной синхронизации мод позволяет менять спектральные и временные характеристики таких лазеров. В литературе в основном приводятся результаты экспериментального исследования активной синхронизации мод аргонового лазера на частоте межмодовых биений [3—5].

В настоящей работе исследовались спектральные и временные характеристики Ar^+ -лазера ($\lambda=488$ нм) в режиме активной синхронизации мод как на частоте межмодовых биений, так и на удвоенной частоте. Блок-схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

Синхронизация мод лазера достигалась резонансной модуляцией потерь резонатора с помощью акустооптического модулятора стоячей волны (АОМ). Одномодовый режим лазера обеспечивался ирисовой диафрагмой (Д). Сигнал на АОМ подавался с генератора стандартных сигналов (ГСС) через усилитель мощности (УМ). Выходная мощность излучения регистрировалась измерителем мощности (ИМО), спектр излучения контролировался сканирующим интерферометром (СИ), фотодетектором (ФД) и осциллографом (О), оптические импульсы регистрировались лавинным фотодиодом (ЛФД) и стробоскопическим осцил-

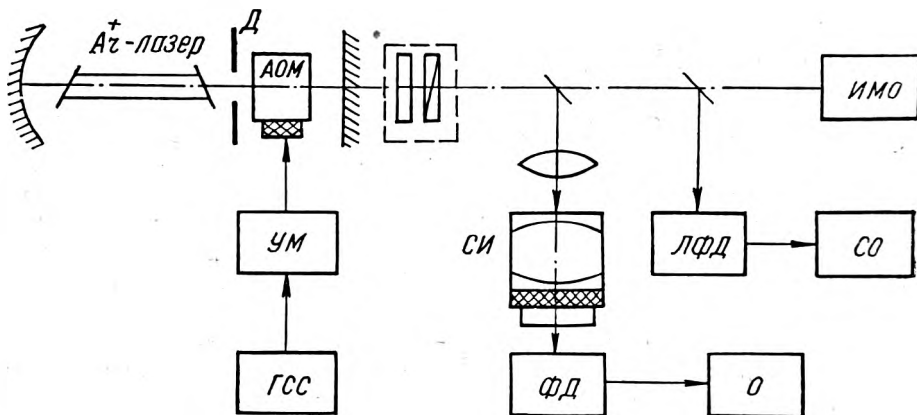


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки

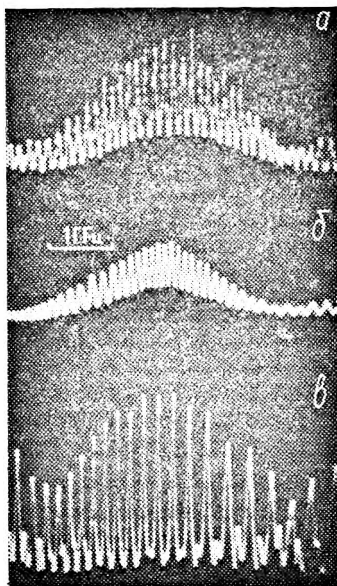


Рис. 2. Спектры излучения аргонового лазера:
a — режим свободной генерации;
б — синхронизация мод на частоте межмодовых биений; *в* — синхронизация мод на удвоенной частоте межмодовых биений

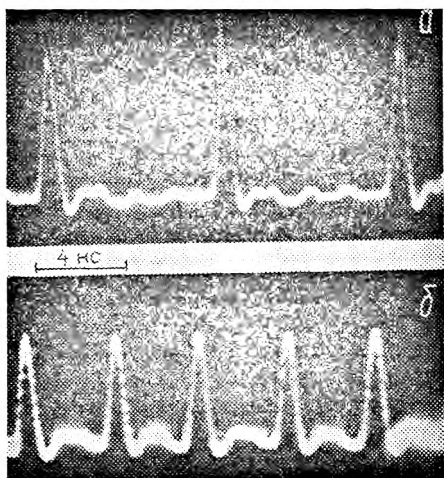


Рис. 3. Выходные импульсы излучения аргонового лазера в режиме синхронизации мод:
a — на частоте межмодовых биений; *б* — на удвоенной частоте межмодовых биений

лографом (СО). Спектры излучения фотографировались с экрана осциллографа (О) при однократном запуске развертки.

Синхронизация мод осуществлялась как на частоте межмодовых биений, так и на удвоенной частоте с помощью одного и того же акустооптического модулятора. При этом статические параметры лазера не менялись. Спектры выходного излучения приведены на рис. 2, импульсы излучения — на рис. 3. Устойчивая синхронизация достигалась в диапазоне расстроек частоты модуляции и частоты межмодовых биений порядка 10^{-3} .

При синхронизации мод на частоте межмодовых биений происходит стабилизация спектра (см. рис. 2, *б*) по сравнению со спектром в режиме свободной генерации (см. рис. 2, *а*) и уменьшение выходной мощности лазера примерно на 30—50% в зависимости от уровня возбуждения активной среды. Стабилизация спектра приводит к импульсному режиму работы лазера (см. рис. 3, *а*) с частотой повторения импульсов, равной частоте модуляции.

Модуляция на удвоенной частоте межмодовых биений также приводит к стабилизации спектра (см. рис. 2, *в*) и возникновению импульсной генерации на удвоенной частоте (см. рис. 3, *б*). Амплитуда отдельных мод при этом увеличивается, а интегральная мощность практически не меняется по сравнению с режимом свободной генерации. Ширина спектра несколько увеличивается. Базовое расстояние интерферометра не позволило получить полный спектр генерации в этом случае. Импульсная мощность при этом падает, что обусловлено уменьшением скважности импульсов и меньшим количеством связанных мод. Измеренная длительность импульсов в первом и втором случаях составляла 300 пс и определялась шириной полосы детектирующей системы.

Уменьшение выходной мощности в случае синхронизации мод на частоте межмодовых биений по сравнению с режимом свободной генерации обусловлено малым временем жизни верхнего лазерного уровня (8—10) нс [6], сравнимого в нашем случае со временем обхода импульсом

резонатора, что приводит к большой доле спонтанного излучения. В работе [5] получено уменьшение выходной мощности в режиме синхронизации мод ($\lambda = 514,5$ нм) при длине резонатора 2 м на 60% от мощности в режиме свободной генерации. В случае синхронизации на удвоенной частоте можно считать, что в резонаторе существуют два импульса, разделенные временным интервалом и последовательно снимающие возбуждение верхнего лазерного уровня. Доля спонтанного излучения при этом уменьшается и выходная мощность практически не меняется. Средняя мощность излучения в режиме синхронизации мод на частоте межмодовых биений составляла 150 мВт. Полученные результаты хорошо согласуются с данными работ [3—5].

Проведенные исследования показывают возможность синхронизации мод аргонового лазера не только на частоте межмодовых биений, но и на удвоенной частоте. При этом модуляция на удвоенной частоте не приводит к уменьшению интегральной мощности лазера. Поскольку стандартные трубки аргоновых лазеров имеют длину порядка 1 м, повышенные частоты следования импульсов осуществимо именно при модуляции на частотах, кратных частоте межмодовых биений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисова М. С.— Оптика и спектроскопия, 1972, т. 33, вып. 6, с. 1134.
2. Виноградов А. В., Криндач Д. П., Назаров Б. И., Салимов В. М.— В сб.: Лазеры на основе сложных органических соединений и их применение. Тез. докл. II Всесоюзной конфер. (Душанбе, 1977).— Минск, 1977, с. 47.
3. Bennet W. R., Carlin I., D. B., Collins G. I.— IEEE. J. Quantum Electronics, 1974, v. 10, № 1, p. 97.
4. Chan C. K., Sari S. O.— Appl. Phys. Lett., 1974, v. 25, № 7, p. 403.
5. Кестер, Даубен.— Приборы для научных исследований, 1978, № 8, с. 177.
6. Siegman A. E., Kuizenga D. J.— Opto-electronics, 1970, v. 6, p. 43.

Поступила в редакцию
04.07.79.

НИИ ПФП

УДК 621.375

ФАМ ЧОНГ ХЬЕН, Б. Ю. ХАНОХ, А. П. ХАПАЛЮК

ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРАЦИИ В РЕЗОНАТОРЕ С ТЕТРАЭДРИЧЕСКИМ ПРИЗМЕННЫМ ОТРАЖАТЕЛЕМ

Особенностью тетраэдрического призмного отражателя является строго обратное направление распространения отраженного им луча по сравнению с падающим, что позволяет применять его в лазерном резонаторе в качестве отражающего элемента. По этому вопросу имеется несколько публикаций [1, 3], но систематических исследований, по-видимому, не проводилось. Например, в [1] рассмотрены лишь собственные состояния поляризации одного из вариантов резонатора с тетраэдрической призмой. Характерной особенностью таких отражателей следует считать существенное усложнение их поляризационных характеристик [2]. В данной работе исследуются основные особенности генерации в резонаторе, усложненном одной отражающей тетраэдрической призмой.

Модель изучаемого резонатора и необходимые обозначения показана

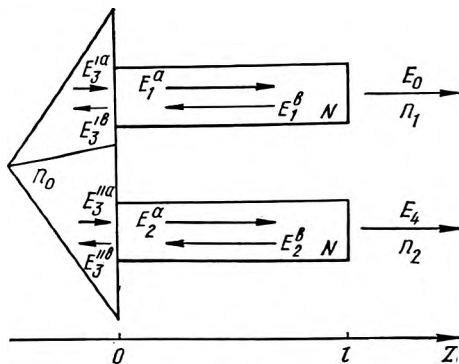


Схема резонатора с тетраэдрическим призмным отражателем