

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРА ИЗЛУЧЕНИЯ ИОННОГО ЛАЗЕРА (Ar^+)

В. А. Седельников, Ю. П. Синичкин и В. В. Тучин

Исследовались спектральные свойства излучения аргонового ионного лазера; определялась область стабильной генерации, последовательность включения типов колебаний, поведение уровня сигнала биений при изменении величины разрядного тока и аксиального магнитного поля.

Блок-схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. Лазер был собран на базе отпаянного активного элемента прибора ЛГ-106. Индукция магнитного поля плавно изменялась от 0 до 840 гс, а разрядный ток I_p от 8 до 15 а. Резонатор состоял из сферического зеркала с радиусом кривизны 2 м, пропусканием $\approx 0.2\%$ и плоского зеркала с пропускан-

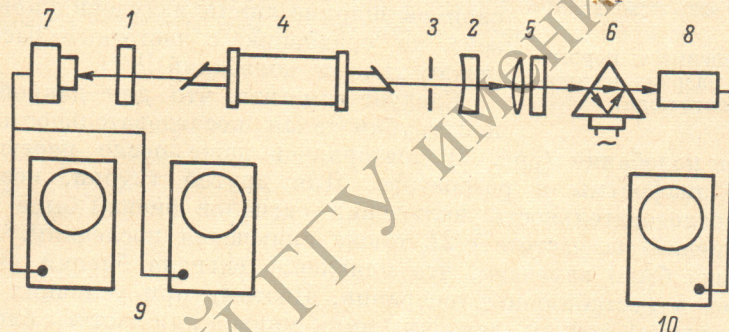


Рис. 1.

1, 2 — зеркала резонатора; 3 — диафрагма для выделения TEM_{00q} колебаний; 4 — разрядная трубка с соленоидом; 5 — согласующий элемент; 6 — кольцевой сканирующий интерферометр; 7 — фотодиодный приемник ФДП; 8 — ФЭУ; 9 — анализаторы спектра СЧ-5, СЧ-9; 10 — осциллограф.

нием $\approx 12.5\%$. Длина резонатора $L=0.98$ м. Исследовался спектр излучения линии с длиной волны $\lambda=0.48$ мкм, другие линии при указанных условиях разряда не наблюдались.

Оптический спектр излучения, его нестабильность регистрировались нами с помощью кольцевого сканирующего интерферометра с областью дисперсии $\Delta\nu=3850$ Мгц и разрешением $\delta\nu\approx 40$ Мгц. Выбор кольцевого сканирующего интерферометра был обусловлен тем, что в отличие от линейного интерферометра он не дает обратной реакции на излучение исследуемого лазера. Устранение обратной реакции особенно важно при исследовании генераторов, работающих на активном веществе с большим коэффициентом усиления.

Одновременно с оптическим спектром регистрировался и спектр биений TEM_{00q} -типов колебаний с помощью фотодиодного приемника типа ФДП, который совместно с анализаторами спектра СЧ-9 и СЧ-5 позволял исследовать поведение сигналов биений в диапазоне частот $30 \div 3000$ Мгц. Выделение TEM_{00q} -типов колебаний осуществлялось введением ирисовой диафрагмы в резонатор лазера. Низшая частота сигнала биений была равна $c/2L\approx 153$ Мгц.

Основные результаты работы сводятся к следующему.

1. Исследовалось поведение уровня сигнала биений на частотах $2c/2L$, $4c/2L$ и $6c/2L$ от величины разрядного тока при магнитных полях $B=420$ и 560 гс. Было определено, что эти зависимости в диапазоне изменения разрядного тока от 8 до 15 а близки к линейным в отличие от зависимости суммарной по типам колебаний мощности излучения, которая близка к квадратичной, для каждого значения магнитного поля.

2. Порядок включения соседних типов колебаний от условий разряда можно определить из графиков рис. 2. Они показывают зависимость порогового тока разряда, при котором появляется сигнал биений определенной частоты, от величины магнитного поля. При малых токах разряда первым включается сигнал биений на частоте $4c/2L$, затем $2c/2L$ и $6c/2L$. При включении сигнала биений на частоте $c/2L$ и достижении им уровня 8 дБ над шумами в нашей установке спектр излучения становился нестабильным. Эти результаты нетрудно объяснить с помощью эффекта конкуренции типов колебаний, следствием которого является разреженность спектра излучения ионного лазера при возбуждении, близком к пороговому, и нестабильная генерация на многих частотах при более высоком возбуждении. Конкуренция оказывается возможной благодаря большой дисперсионной ширине линии излучения ионного лазера по сравнению с частотным расстоянием между типами колебаний [1-3].

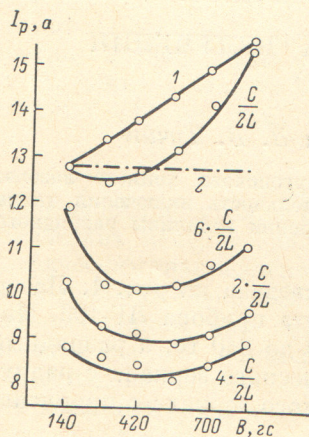


Рис. 2. Зависимость порогового тока разряда от магнитного поля.

Следует заметить, что для данной разрядной трубки такая последовательность включения типов колебаний (рис. 2) повторялась даже после переюстировки зеркал и диафрагмы в резонаторе. Для другой трубки, исследуемой ранее, последовательность включения сигналов биений была иной, но сигнал биений на частоте $c/2L$ также включался последним.

3. Выше было замечено, что появление сигнала биений на частоте $c/2L$ ведет к нестабильной генерации. Поэтому при условиях разряда, соответствующих точкам, лежащим выше кривой для частоты биений $c/2L$ на рис. 2, возникает нестабильная генерация. При увеличении индукции магнитного поля от 140 до 840 гс ток разряда возрастает от 12.8 до 15.5 а в соответствии с прямой 1, и стабильная генерация не наблюдается. Если магнитное поле увеличивать, сохраняя ток разряда постоянным (прямая 2), стабильная генерация сменяется нестабильной, затем опять наблюдается стабильная генерация. Это, вероятно, связано с тем, что магнитное поле, с одной стороны, увеличивает коэффициент усиления, с другой стороны, увеличивает дисперсионную ширину линии. При возрастании индукции магнитного поля от 140 до 470 гс первая причина преобладает, затем, несмотря на то что усиление продолжает возрастать, проходя через максимум при $B=630$ гс, область стабильной генерации увеличивается за счет быстрого роста дисперсионной ширины линии. В результате область стабильной генерации возрастает от $I_p=12.8$ до 13.6 а при оптимальном магнитном поле, что увеличивает мощность на 10 относительных единиц. Для величины магнитного поля $B=840$ гс область стабильной генерации возрастает от 12.8 до 15.3 а; мощность возрастает на 37 относительных единиц.

Авторы признательны Н. В. Чебуркину за обсуждение работы.

Литература

- [1] W. W. Rigrod, T. J. Bridges. IEEE J. Quant. Electr. QE-1, 303, 1965.
- [2] М. С. Борисова, А. М. Пындык. Радиотехн. и электрон., 13, 754, 1968.
- [3] В. В. Лебедева, А. И. Одинцов, В. М. Салимов. ЖТФ, 38, 1373, 1968.

Поступило в Редакцию 12 октября 1970 г.