

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЯЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ He—Ne ЛАЗЕРА С ТРЕХЗЕРКАЛЬНЫМ РЕЗОНАТОРОМ ПОСРЕДСТВОМ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

В. Р. Заславская

Описана установка и приведены результаты исследования применения трехзеркального оптического резонатора для модуляции излучения He—Ne лазера.

Газовые He—Ne лазеры с дополнительным зеркалом нашли широкое применение в экспериментальной технике. Известны работы по использованию этого прибора для диагностики плазмы [1], для стабилизации продольных мод лазеров [2]. В этих и других работах [3, 4] описан принцип действия прибора, объяснены ограничения по частоте. Авторы отмечают простоту устройства, высокую его чувствительность.

В настоящем сообщении приводятся результаты исследования возможности применения трехзеркального оптического резонатора для модуляции излучения He—Ne лазера на длине волны $\lambda = 632.8$ нм.

Интенсивность излучения, наблюдаемого со стороны сферического зеркала лазера M_1 , существенно зависит от фазы излучения, возвращающегося в резонатор лазера после отражения от системы зеркал плоского зеркала лазера M_2 и дополнительного зеркала M_3 .

Общий коэффициент отражения резонатора, образованного зеркалами M_2 и M_3 , зависит от длины оптического пути света в нем, а следовательно, и от показателя преломления среды между зеркалами.

Если между зеркалами M_2 и M_3 поместить среду с переменным показателем преломления, то коэффициент отражения эталона будет меняться, что в свою очередь вызовет изменение интенсивности света на выходе системы. Это изменение интенсивности сложным образом зависит от усиления газового разряда, добротности резонатора лазера и резонатора, образованного зеркалами M_2 и M_3 . Для достижения значительной глубины модуляции излучения лазера необходимо [1], чтобы резонансные частоты обоих резонаторов были бы кратны друг другу. Максимально возможная частота модуляции определяется временем установления нового стационарного значения интенсивности на некоторой частоте ν , а следовательно, добротностью опорного резонатора.

В экспериментальной установке был использован He—Ne лазер ОКГ-11 с излучением $\lambda = 632.8$ нм и дополнительным сферическим зеркалом M_3 , радиус кривизны которого $R = 500$ мм, расположенным на расстоянии 250 мм от плоского зеркала ОКГ-11 (M_2). Между зеркалами M_2 и M_3 для изменения оптической длины пути света помещен кристалл KDP диагонального среза. Если кристалл ориентировать так, что свет, поляризованный параллельно направлению $\langle 110 \rangle$, проходит через кристалл вдоль направления $\langle 110 \rangle$ и к кристаллу вдоль оси z приложить переменное напряжение, то при выходе из кристалла световая волна окажется промодулированной по фазе, т. е. фактически будет изменяться оптическая длина пути света в резонаторе $M_2—M_3$.

С кристаллом, размеры которого $43 \times 10 \times 6$ мм (большой размер по направлению $\langle 110 \rangle$, меньший вдоль оси z), на выходе системы был полу-

чен сигнал с частотой $f=1.5$ Мгц при величине управляющего напряжения 100 в. С кристаллом, размеры которого $40 \times 8 \times 3$ мм, сигнал был получен на частоте $f=5.2$ Мгц при управляющем напряжении 36 в. Коэффициент отражения зеркала M_2 в этих экспериментах $R_2=97.5\%$, коэффициент отражения зеркала M_3 — $R_3=99.3\%$.

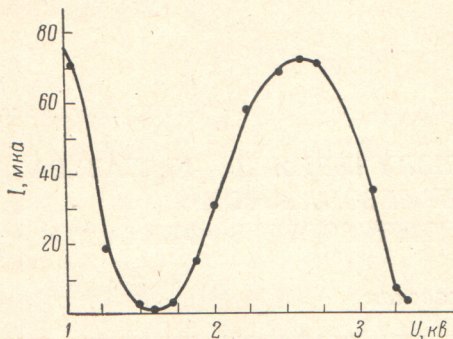


Рис. 1. Статическая характеристика.

Наличие третьего зеркала приводит к значительному увеличению интенсивности излучения на выходе со стороны зеркала M_1 . Пределы изменения интенсивности света зависят от коэффициента пропускания зеркала M_2 и коэффициента отражения M_3 .

Из-за недостаточной жесткости системы установить рабочую точку (т. е. начальную оптическую длину пути резонатора M_2 и M_3) и поддерживать ее во время измерений в такой системе оказалось невозможным. В результате этого не удалось снять статическую характеристику, показывающую зависимость интенсивности света на выходе системы от вели-

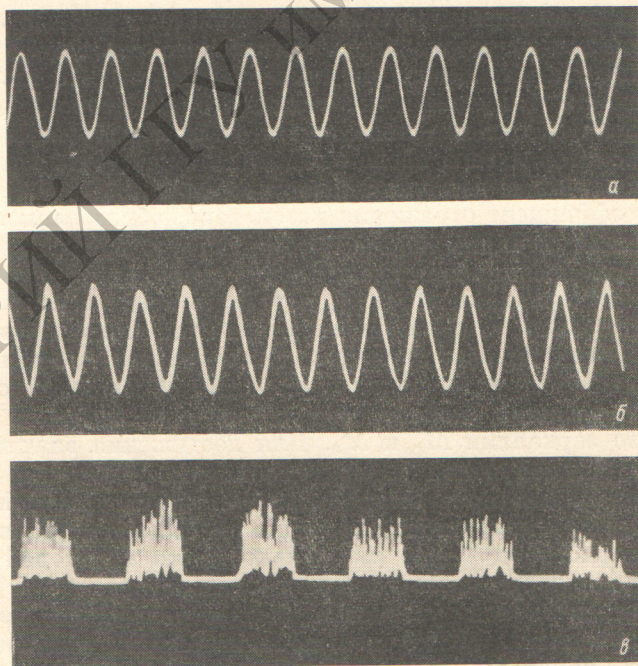


Рис. 2. Осциллограммы сигналов.

а — управляющее напряжение с частотой 100 кгц, б — сигнал с фотоумножителя, в — то же самое, но при дополнительной модуляции механическим модулятором с глубиной модуляции 100%.

чины приложенного к кристаллу напряжения. Гармонический анализ модулированного излучения показывал то преобладание основной частоты модуляции с нечетными высшими гармониками, то преобладание удвоенной частоты модуляции с присутствием четных гармоник.

Для снятия статических характеристик и измерения глубины модуляции была собрана жесткая модель описываемого прибора. В едином инваровом корпусе были укреплены два зеркала и трубка длиной 210 мм (от ОКГ-43). Длина лазерного резонатора составляла 220 мм, дополнительное плоское зеркало M_3 находилось от плоского зеркала лазера M_2 на расстоянии 135 мм. Радиус кривизны зеркала M_1 250 мм, коэффициент отражения 99.8%; пропускание зеркала M_2 0.7—0.8%; коэффициент отражения зеркала M_3 99.8%.

Статическая характеристика показана на рис. 1. Для примера на рис. 2 приведены осциллограммы сигнала на частоте 100 кГц при управляющем напряжении $V=200$ в. При этом глубина модуляции 90—100%. Таким образом, в работе показано, что 1) в рассматриваемой схеме возможно получение модуляции газовых лазеров на значительных частотах (по крайней мере до 5 Мгц, с малыми управляющими напряжениями ~ 40 в) при соответствующей геометрии связанных резонаторов; 2) стабильность работы системы целиком определяется жесткостью ее конструкции и термостабильностью.

В заключение благодарю И. И. Адрианову за руководство работой.

Литература

- [1] Т. В. Джерардо, И. Т. Вердейен. ТИИЭР, 52, № 6, 733, 1964.
- [2] D. A. Kleinman, P. P. Kisliuk. Bell Syst. Techn. J., 13, 453, 1962.
- [3] T. B. Gerardo, I. T. Verdeyen, M. A. Gusinov. J. Appl. Phys., 36, 2146, 1965.
- [4] E. B. Ноорер, G. Векефи. J. Appl. Phys., 37, 4083, 1966.

Поступило в Редакцию 14 апреля 1969 г.