

УДК 621.378

ИССЛЕДОВАНИЕ Не-Не ЛАЗЕРА С ПОГЛОЩАЮЩЕЙ ЯЧЕЙКОЙ

А. Ф. Мухамедгалиева, В. М. Татаренков, А. Н. Титов

Исследовалась ширина пичка в Не-Не лазере на $\lambda=0,63 \text{ мк}$ с нелинейно поглощающей ячейкой, наполненной чистым Не. Показано, что ширина пичка зависит от насыщающего поля и давления Не в ячейке. Минимальная ширина пичка при давлении в ячейке 0,1 тор равна $16 \pm 1,5 \text{ Мгц}$. Уширение пичка давлением составляет величину $14 \pm 3 \text{ Мгц} \cdot \text{тор}^{-1}$. Осуществлена система автоматической настройки частоты резонатора на вершину пичка. Получена стабильность частоты около $1 \cdot 10^{-10}$.

В настоящей работе проведено экспериментальное исследование Не-Не лазера с нелинейно поглощающей ячейкой, помещенной внутри резонатора. Исследование подобных систем [1, 2, 4, 6] показывает, что при соответствующих условиях выходная мощность генератора как функция частоты настройки резонатора имеет резкий выброс (пичок) (см. рис. 1). Пичок расположен примерно на частоте атомного перехода и соответствует провалу Лэмба [3] в линии поглощения рабочего вещества.

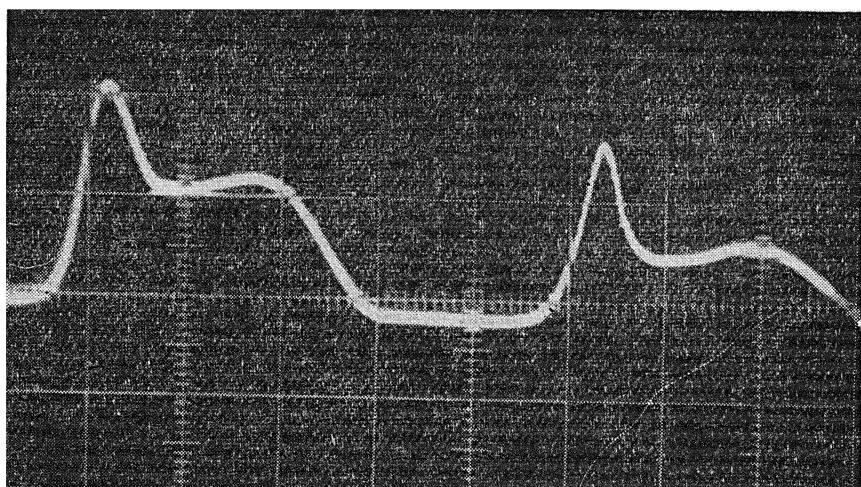


Рис. 1. Уширение пичка при возрастании выходной мощности генератора. P_{Ne} в ячейке составляет 0,13 тор.

Нами исследовалась амплитуда и ширина пичка при различных режимах работы генератора, причем гистерезисные явления, которые могут иметь место в генераторах такого типа [4], специально исключались, так как могли приводить к искажению формы пичка. Эксперименты проводились на гелий-неоновом лазере, работавшем в однока-

тотном режиме. Расстояние между зеркалами резонатора составляло около 60 см, что соответствовало частотному интервалу между соседними аксиальными модами в 250 МГц. Длина разрядного промежутка в поглощающей и усиливающей ячейках была равна 200 мм при внутреннем диаметре трубок 2,5 мм. Усилительная трубка заполнялась смесью гелия и неона ($P_{\text{He}}/P_{\text{Ne}} = 5/1$) при давлении примерно в 2 тор, а поглощающая—чистым неоном при более низком давлении. Для возбуждения газа использовался разряд постоянного тока. Был принят ряд мер для уменьшения влияния внешних условий на частоту генерации и для стабилизации уровней возбуждения усилительной и поглощающей трубок. Снималась выходная мощность в зависимости от перестройки резонатора при различных значениях поля в резонаторе и давления Ne в поглощающей ячейке. Наблюдаемые нами пички отличались большой четкостью, мощность на частоте пичка была приблизительно в 2 раза больше, чем вне его. Это обстоятельство и принятые меры по защите лазера от внешних возмущений позволяли определять параметры пичка по фотоосцилограммам с точностью $\approx 10\%$.

В результате исследований было выяснено, что ширина пичка определяется амплитудой поля в резонаторе и давлением газа в поглощающей ячейке, причем наблюдаемое экспериментально уширение пичка при увеличении поля (рис. 1) тем существеннее, чем ниже давление Ne в поглощающей трубке. Минимальная ширина пичка, измеряемая на уровне половины, при давлении Ne 0,1 тор составляла $16 \pm 1,5$ МГц. При увеличении выходной мощности генератора при том же давлении газа ширина пичка возрастала до 35 МГц. Зависимость ширины пичка от величины поля в резонаторе оказалась практически линейной.

Значительное уширение пичка в зависимости от поля наблюдалось при давлении газа в поглощающей ячейке до 1 тор. Поэтому при выяснении зависимости ширины пичка от давления газа измерения проводились при минимальных амплитудах поля в резонаторе, при которых пичок еще ясно виден. Измерения, проведенные в интервале давлений 0,1—1 тор, показали, что ширина пичка возрастает при увеличении давления Ne на 14 ± 3 МГц·тор⁻¹, что согласуется в пределах ошибок с результатами работы [6].

В работах [1, 6] ширина пичка безотносительно к величине насыщающего поля при давлении 0,1 тор составляет ≈ 30 МГц. Это не противоречит нашим результатам, если допустить, что измерения в [1, 6] были проведены при больших световых полях, когда ширина пичка полностью определялась величиной этого поля.

Лазер с нелинейно поглощающей ячейкой особенно привлекателен для решения задачи создания стандарта длин волн, так как возможная стабильность и воспроизводимость длины волны у такого генератора значительно выше, чем для обычных лазеров. Нами была осуществлена система автоматической настройки частоты резонатора на вершину пичка. Была получена стабильность частоты (длины волны) $\approx 1 \cdot 10^{-10}$ в течение длительного промежутка времени, что превосходит известные из литературы значения стабильности для оптических квантовых генераторов [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. P. H. Lee, M. L. Skolnick, Appl. Phys. Lett., 10, № 11, 303 (1967).
2. В. С. Летохов, Письма в ЖЭТФ, 6, № 4, 597 (1967).
3. W. E. Lamb, Phys. Rev., 134 A, 1429 (1964).
4. В. Н. Лисицын, В. П. Чеботаев, Письма в ЖЭТФ, 7, № 1, 3 (1968).

5. В. С. Летохов, ЖЭТФ, 54, № 4, 1244 (1968).
6. В. И. Лисицын, В. П. Чеботаев, ЖЭТФ, 54, № 2, 419 (1968).
7. A. D. White, Rev. Sci. Instr., 38, № 8, 71 (1967).

Поступила в редакцию
10 июня 1968 г.,
после доработки
6 января 1969 г.

INVESTIGATION OF He-Ne LASER WITH AN ABSORBING CELL

A. F. Mukhamedgalieva, V. M. Tatarenkov, A. N. Titov

The pitch width in He-Ne laser was investigated at $\lambda=0.63 \mu$ with a nonlinearly-absorbing cell filling with pure Ne. The pitch width is shown to depend on a saturation field and Ne pressure in the cell. The minimum pitch width is equal to 16 ± 1.5 Mc/s at the pressure in the cell of 0.1 torr. The pitch broadening by the pressure accounts for 14 ± 3 Mc/s·torr⁻¹. The system of automatic adjustment of the resonator frequency on the pitch top is realized. The frequency stability of about $1 \cdot 10^{-10}$ is obtained.
