

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ
ОДНОРОДНОГО УШИРЕНИЯ ЛИНИИ УСИЛЕНИЯ СТЕКЛА С Nd^{3+}

Т. П. Беликова, Э. А. Свириленков, Л. В. Титова

Для создания некоторых типов лазеров необходимо знать характер уширения полосы люминесценции. Полоса люминесценции иона Nd^{3+} в стекле образована наложением однородно уширенных контуров люминесценции ионов Nd^{3+} . Однородное уширение связано с тепловыми колебаниями атомов окружения иона и имеет вид дисперсионного контура

$$g(\omega, \omega') = \frac{\gamma}{2\pi [(\omega - \omega')^2 + (\gamma/2)^2]}, \quad (1)$$

γ - величина однородного уширения. Неоднородное уширение связано со случайным распределением локальных электрических полей, в которых находятся ионы Nd^{3+} .

Нами было показано [1,2], что ОКГ с неоднородно уширенной полосой усиления обладает высокой чувствительностью к наличию частотно-зависимых потерь в резонаторе. Если в резонатор ввести потери вида

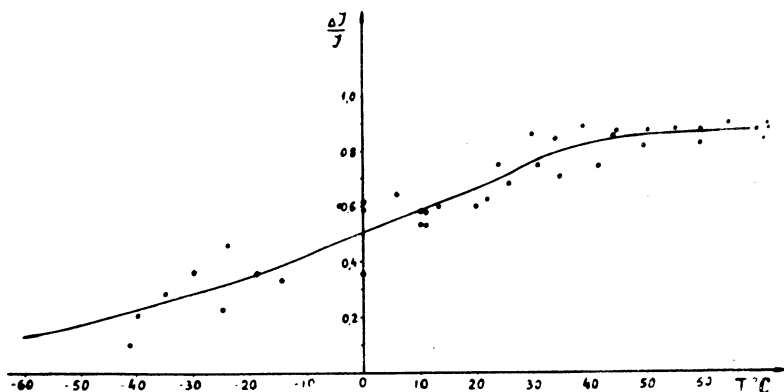
$$\frac{1}{T_{\Phi}(\omega)} = \frac{1}{T_0} - \Delta \left(\frac{1}{T} \right) \cos \frac{2\pi\omega}{\Delta\omega} \quad (2)$$

(T_{Φ} - время жизни фотона в резонаторе), то в спектре излучения генерации $J(\omega)$ появятся провалы $\Delta J(\omega)$, связанные с наличием селективных потерь. Величина этих провалов

$$\frac{\Delta J}{J_0} = \frac{\Delta(1/T)}{1/T_0} \frac{PT_0}{J_0} \exp \left(\frac{2\pi\gamma}{\Delta\omega} \right). \quad (3)$$

Здесь P - мощность накачки, выраженная числом активных атомов, создаваемых в 1 сек. Эта формула написана в приближении бесконечной неоднородной ширины в отсутствии миграции энергии по контуру

и без учета спонтанного шума. В стационарном случае величина $P_{\text{т}}/J_0 = 1$. Видно, что величина провалов в спектре сильно зависит от однородной ширины γ и может быть использована для ее определения.



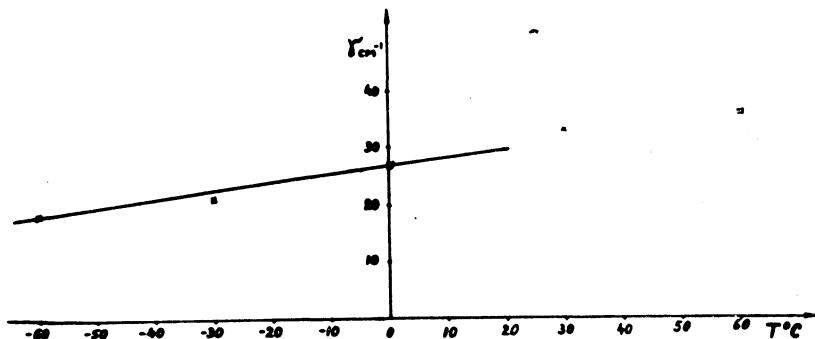
Р и с. 1. Температурная зависимость глубины модуляции спектра генерации.

Мы исследовали зависимость величины однородного уширения люминесценции ионов Nd^{3+} в силикатном стекле от температуры. В резонаторе ОКГ на стекле с Nd^{3+} создавались потери вида (2). Для этого в резонатор помещалась плоскопараллельная кювета. Чтобы уменьшить вводимые потери (формула (3) справедлива при $\Delta J/J < 1$), кювета заполнялась ацетоном. Интерференция света, отраженного от границы стекло - ацетон, создавала селекцию потерь. Коэффициент отражения света на границе стекло - ацетон $R = 3 \cdot 10^{-3}$, период селекции потерь $\Delta\omega = 1/2L\mu$, где толщина кюветы $L = 0,1$ см, показатель преломления ацетона $n = 1,36$ и, следовательно, $\Delta\omega = 36,7 \text{ см}^{-1}$.

Спектр регистрировался спектрографом СТЭ-1. Отношение $\Delta J/J$ определялось стандартной методикой по почернению пленки. Измерения проводились в интервале температур от -60°C до $+60^\circ\text{C}$. На рис. 1 приведена зависимость $\Delta J/J$ от температуры, а на рис. 2 - определенная по формуле (3) зависимость от температуры величины однородного уширения γ . Точки на рис. 2 представляют эту

же зависимость, определенную по кинетике спектра генерации методом, указанным в /3/. Из этого рисунка видно, что наблюдается хорошее согласие результатов, полученных различными методами.

Предлагаемый нами метод позволяет достаточно просто определять γ - величину однородного уширения активных сред ОКГ с не-



Р и с. 2. Температурная зависимость однородной ширины линии усиления ОКГ на стекле с Na^{3+} .

однородно уширенной полосой усиления. Надо заметить, что чувствительность к излучению генерации к введенным потерям экспоненциально зависит от однородной ширины. Это обеспечивает высокую точность определения γ , так как ошибки в определении γ логарифмически зависят от ошибок измерения $\Delta J/J$ и $\Delta(1/T)/(1/T)$. С другой стороны, измерения величины γ возможны только в небольшом интервале. Наиболее удобно проводить измерения при периоде селекции $\Delta\omega$, близком к γ (в нашем случае $\Delta\omega = 36,7 \text{ см}^{-1}$, а $\gamma \approx 25 \text{ см}^{-1}$).

Как уже указывалось, потери, вводимые в резонатор, должны быть малы, чтобы зависимость $\Delta J/J$ от $\Delta(1/T)/(1/T)$ оставалась линейной. С увеличением температуры возрастание однородной ширины γ приводит к увеличению $\Delta J/J$. Поэтому нам не удалось этим методом определить величину γ для температур выше 20°C .

Авторы приносят благодарность М. Д. Галагану за постоянное внимание и интерес к работе, А. Ф. Сучкову за ценные дискуссии, Л. А. Пахомычевой и студенту МЭТИ М. Фролову за помощь в работе.

Поступила в редакцию
22 февраля 1972 г.

Л и т е р а т у р а

1. Л. А. Пахомычева, Э. А. Свириденков, А. Ф. Сучков, Л. В. Титова, С. С. Чурилов. Письма в ЖЭТФ, 12, 60 (1970).
2. Т. П. Беликова, Э. А. Свириденков, А. Ф. Сучков, Л. В. Титова, С. С. Чурилов. ЖЭТФ, 62, № 6 (1972).
3. Р. С. Машкевич. Неоднородное уширение спектральных линий активных сред ОКГ. Институт физики АН УССР, Киев, 1969 г.