

НОВЫЙ МЕТОД НАСТРОЙКИ МОЛЕКУЛЯРНОГО ГЕНЕРАТОРА

В.Г.Веселаго, А.Н.Ораевский, Г.М.Страховский,
В.М.Татаренков

В работах [1-5] детально исследован молекулярный генератор с двумя последовательными резонаторами. Показано, в частности, что амплитуда и фаза поля во втором резонаторе определяются выражением [5] :

$$E \sim \frac{N}{Z_{\text{эф}}} \langle P(\tau_1, \tau_2) \rangle e^{-i(\omega_2 - \omega_1)T}, \quad (I)$$

где P - функция, зависящая от интенсивности поля в первом резонаторе и времени пролета через первый (τ_1) и второй (τ_2) резонаторы, N - число молекул в единице объема, $Z_{эф}$ - эффективный импеданс резонатора с учетом наличия в нем молекул, ω_1 - частота колебаний в первом резонаторе, ω_{21} - частота молекулярного перехода. Символ $\langle \rangle$ означает усреднение по скоростям молекул, T - время пролета молекул между резонаторами.

Из [1] нетрудно видеть, что при $\omega_{21} \neq \omega_1$ разность фаз колебаний в первом и втором резонаторах зависит от расстояния l между ними (при $\omega_{21} = \omega_1$ разность фаз равна нулю при любом l). Это обстоятельство позволяет точно настраивать частоту молекулярного генератора ω_1 на частоту перехода ω_{21} .

Действительно, если изменить расстояние между резонаторами на величину Δl , то фаза колебаний во втором резонаторе изменится на величину

$$\Delta \Psi = (\omega_1 - \omega_{21}) \frac{\Delta l}{\bar{v}}, \quad (2)$$

где \bar{v} - скорость пучка молекул.

Если положить $\Delta l \approx 10$ см, $\bar{v} = 5 \cdot 10^4$ см/сек и $\omega_1 - \omega_{21} = 10^{-10} \omega_{21}$, то $\Delta \Psi \approx 2 \cdot 10^{-4}$, что соответствует изменению фазового угла примерно на $0,01^\circ$. Практическое осуществление такой точности измерения фазы позволит устанавливать частоту генерации с точностью до 10^{-10} .

Возможно также применение модуляции расстояния между резонаторами по закону $\Delta l = \Delta l_0 \cos \Omega t$. Это приведет к фазовой модуляции поля во втором резонаторе за счет периодического изменения времени пролета $T = l(t) / \bar{v}$. Амплитуда модуляции фазы определяется выражением (2). Использование периодической модуляции расстояния между резонаторами может существенно помочь при регистрации малых изменений разности фаз колебаний в первом и втором резонаторах, поскольку при этом возможно использовать методику синхронного детектирования.

Преимущество предлагаемого метода настройки состоит в том, что он устраняет влияние эффекта бегущей волны на частоту, получаемую

в результате настройки. При этом, если спектральная линия, используемая для генерации, состоит из одной компоненты, частота ω_1 будет совпадать с частотой перехода ω_{21} .

Физический институт
им. П.Н. Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
27 мая 1965 г.

Литература

- [1] W.H. Niga. Rev. Scient. Instrum., 28, 726, 1957.
- [2] Г.М. Страховский, В.М. Татаренков. ЖЭТФ, 42, 907, 1962.
- [3] Н.Г. Басов, А.Н. Ораевский. ЖЭТФ, 42, 1529, 1962.
- [4] Н.Г. Басов, А.Н. Ораевский, Г.М. Страховский, В.М. Татаренков. ЖЭТФ, 42, 1768, 1962.
- [5] А.Н. Ораевский, Молекулярные генераторы. Изд. "Наука", М., 1964.