

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ПРИБОРЫ и ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

1

МОСКВА · 1964

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПУЧКОВОГО РАДИОСПЕКТРОСКОПА

А. Ф. КРУПНОВ, В. А. СКВОРЦОВ

Научно-исследовательский радиофизический институт при ГГУ.

(Получено 3 апреля 1963 г.)

Создание пучковых радиоспектроскопов позволило разрешить сверхтонкую структуру целого ряда спектральных линий различных веществ [1, 2]. Широкое применение пучковой спектроскопии ограничено из-за слабости большинства спектральных линий и трудности сортировки молекул при использовании принципа мазера. В этих условиях существенную роль играет повышение чувствительности методов наблюдения.

Для повышения чувствительности пучкового радиоспектроскопа естественно применить общеизвестный метод модуляции пучка с последующим синхронным детектированием и возможностью использовать большие постоянные времени выходного прибора.

Однако при наблюдении тонких ($\Delta f/f \leq 10^{-7}$), спектральных линий возможность применения больших постоянных времени ограничивается нестабильностью частоты источника сигнала, т. е. за время наблюдения сигнал может «ползть» по спектральной линии, и запись профиля линии на выходе будет искажена. Наибольшие постоянные времени могли бы быть применены при использовании в качестве источника сигнала молекулярного генератора, имеющего весьма высокую относительную стабильность частоты и плавную перестройку ее в пределах $\sim 4 \cdot 10^{-7}$. Однако непосредственное применение молекулярного генератора затруднено ввиду его малой мощности, которая к тому же меняется при его перестройке.

В данной работе описан модуляционный радиоспектроскоп, отличающийся использованием сигнала со стабильностью молекулярного генератора, что позволяет применить большие постоянные времени и (при желании) снимать линию по точкам. Блок-схема установки представлена на рис. 1. В качестве сигнала использована гармоника клистрона, стабилизированного по частоте схемой фазовой автоподстройки по молекулярному генератору на линии $I = 3$, $K = 3$ аммиака (применялась установка, описанная в работе [3]). Частота сигнала может перестраиваться в пределах 10 кГц путем перестройки резонатора задающего молекулярного генератора. Частота была програвдуирована по биениям двух молекулярных генераторов. Зависимость частоты задающего молекулярного генератора от положения стержня настройки по-

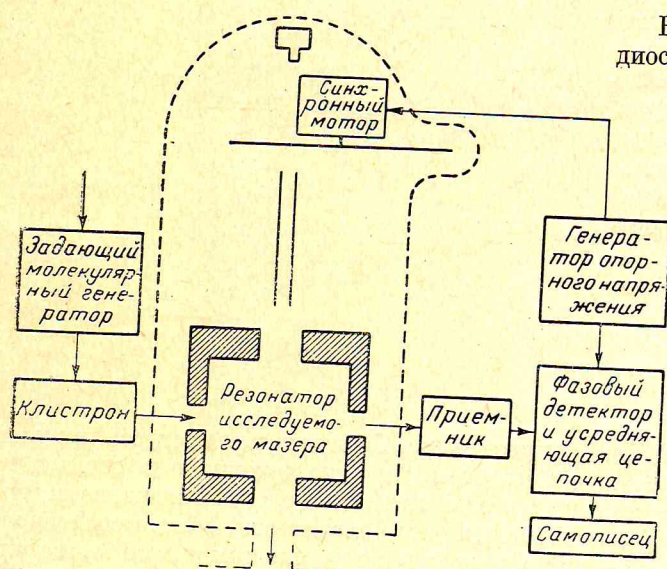


Рис. 1. Блок-схема радиоспектроскопа

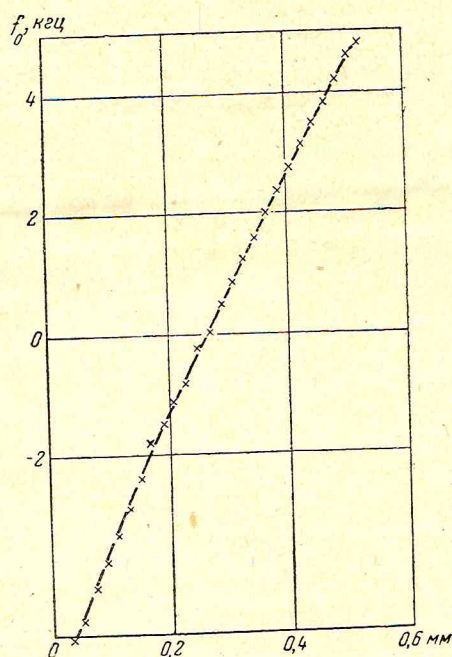


Рис. 2. Зависимость частоты задающего молекулярного генератора от смещения настроечного стержня

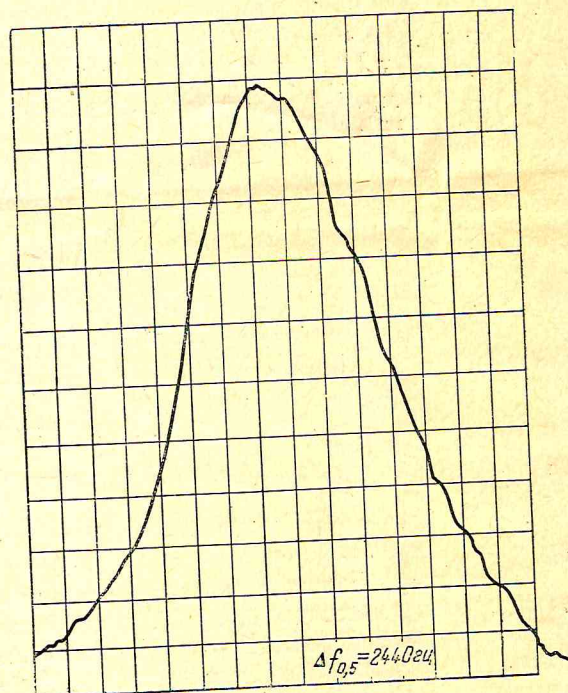


Рис. 3. Образец записи спектральной линии. Ширина линии 2440 Гц

казана на рис. 2. Добротность резонатора задающего генератора равна 9000. Положение и размер перестраиваемого резонатора стержня подобраны так, чтобы обеспечить наибольшую линейность перестройки. В процессе записи спектральной линии стержень равномерно перемещается синхронным мотором СД-2. Сигнал подается на проходной резонатор исследуемого лазера, работающего также на линии $I = 3$, $K = 3$ аммиака в недовозбужденном режиме. Молекулярный пучок модулируется перекрывающей пучок крыльчаткой, насаженной на ось синхронного мотора, питаемого от генератора опорного напряжения; частота модуляции 260 Гц. Это же напряжение подается и на фазовый детектор. Был использован супергетеродинный приемник с полосой у п. ч. ~ 1 МГц, гетеродинный клистрон стабилизирован схемой фазовой автоподстройки по кварцу.

Образец записи линии излучения при постоянной времени $\tau = 2$ сек показан на рис. 3. Постоянная времени может быть увеличена, при этом она практически не ограничивается уходами частоты сигнала. Линия частично регенерирована, ширина ее 2440 Гц (ширина

нерегенерированной линии равна $\Delta f = 0,89 / \tau_{\text{пролета}} = 5,8$ кГц. При наблюдении той же линии на экране осциллоскопа отношение сигнал/шум ~ 2 . Чтобы избежать расширения линии за счет эффекта насыщения, линия записывалась несколько раз при различных уровнях сигнала. После подбора величины ненасыщающего сигнала при одной степени регенерации линии фиксировался уровень выходного сигнала. После этого при любой степени регенерации линии сигнал регулировался так, чтобы амплитуда выхода оставалась постоянной. Тем самым поддерживалась постоянной и достаточно малой (чтобы избежать насыщения) напряженность с. в. ч. поля в резонаторе исследуемого лазера. Для исследования других спектральных линий нужно изменить схему фазовой автоподстройки, чтобы стабилизировать клистрон на нужной частоте. Точный частотный отсчет и высокая чувствительность системы делают ее полезной, например, для точного контроля формы линии при налаживании молекулярного генератора с использованием метода разнесенных полей Рамзея [4], а также при налаживании генератора на медленных молекулах [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. H. Takuma, T. Shimizu, K. Shimoda, J. Phys. Soc. Japan, 1959, 14, № 11, 1595.
2. P. Thaddeus, I. Loubser, A. Javan, L. Krisher, H. Lecar, Quantum Electronics (a symposium), New York, Columbia University Press, 1960.
3. И. Л. Берштейн, Ю. А. Дрягин, В. Л. Сибиряков, Изв. ВУЗ, Радиофизика, 1959, 2, № 1, 130.
4. F. Holuj, H. Daams, S. N. Kalra, J. Appl. Phys., 1962, 33, № 7, 2370.
5. Н. Г. Басов, А. Н. Ораевский, Ж. эксперим. и теор. физ., 1959, 37, 4(10), 1068.