

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

УДК 535.853.2

ПРИМЕНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МОДУЛЯЦИИ В СУБМИЛЛИМЕТРОВОМ СПЕКТРОМЕТРЕ РАД

А. Ф. Крупнов, А. А. Мельников, В. А. Скворцов

В микроволновых спектрометрах картина наблюдающегося спектра молекулы зависит от вида используемой модуляции. Так, при модуляции источника излучения, применяющейся в спектрометре РАД [1], величина сигнала от линии зависит практически лишь от ее интенсивности. В случае же молекулярной модуляции в штарковских спектрометрах [2] величина сигнала от спектральной линии определяется, кроме интенсивности, еще и степенью чувствительности к модуляции электрическим полем, что приводит к подавлению на записи спектра линий со слабым эффектом Штарка.

При исследованиях спектров молекул, разумеется, весьма полезно получать записи как полного спектра поглощения, так и сведения о чувствительности тех или иных линий к электрическому полю, которые облегчают отождествление линий. Однако в штарк-спектрометрах переход к модуляции источника приводит к значительному снижению реальной чувствительности ввиду возрастания паразитных сигналов от интерференции [2]. В спектрометрах же с акустическим детектированием сигналов от линий поглощения, к которым относится РАД, применение штарковской модуляции в обычной схеме штарковской ячейки с плоскими параллельными штарковскими электродами также приводит к паразитным акустическим сигналам, возбуждаемым электростатическими силами между штарковскими электродами, к которым прилагается прямоугольное напряжение на частоте модуляции с амплитудой до сотен или тысяч вольт. Этот недостаток отмечался, например, в обзоре [3]. Для уменьшения этих паразитных сигналов нами испытана конструкция, в которой в обычную поглощающую ячейку РАД цилиндрической формы с радиусом 1,6 см и длиной 13 см [4] введен штарковский электрод в виде жесткого стержня, расположенного по оси ячейки; стенки ячейки играют роль второго электрода. Аксиально-симметричное расположение жестких электродов резко уменьшило вибрации и позволило проводить записи спектров со штарк-модуляцией. Следует отметить, что такая конфигурация создает резко неоднородное в пространстве поле и обычная штарковская модуляция «смещением» линий заменяется здесь модуляцией «размазыванием» линий во время приложения высокого напряжения. С другой стороны, такая модуляция избавляет от необходимости тщательного контроля формы модулирующего напряжения, и нами успешно использовалась модуляция просто с выхода повышающего трансформатора; одна из половин напряжения убиралась при этом шунтированием ячейки высоковольтным диодом.

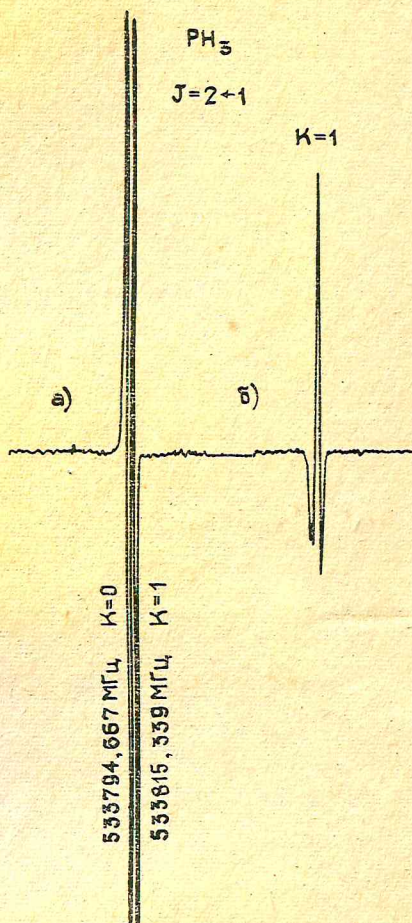


Рис. 1. Запись перехода $J = 2 \leftarrow 1$ молекулы PH_3 , полученная:
а) с частотой модуляции источника; б) с молекулярной модуляцией.

Образцы записей спектров с помощью такого спектрометра РАД, в котором могла осуществляться по желанию как модуляция источника, так и молекулярная модуляция (обе с частотой 180 Гц), приведены на рис. 1 и 2. На рис. 1а приведена запись перехода $J=2 \leftarrow 1$ молекулы PH_3 на частоте около 534 ГГц, полученная при частотной модуляции источника и демонстрирующая две линии близкой интенсивности, соответствующие переходам между уровнями с $K=0$ и $|K|=1$. На рис. 1б приведена за-

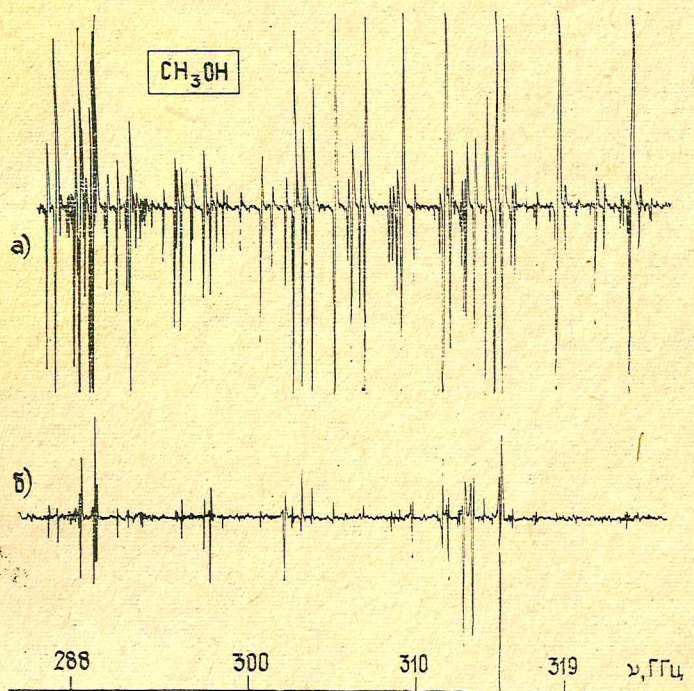


Рис. 2. Запись участка субмиллиметрового спектра CH_3OH , полученная: а) с частотной модуляцией источника; б) с молекулярной модуляцией.

пись того же участка спектра, полученная при молекулярной штарк-модуляции, на которой осталась только линия с $|K|=1$, обладающая сильным линейным эффектом Штарка [2], а линия с $K=0$, обладающая слабым квадратичным эффектом Штарка, полностью отсутствует. На рис. 2 приведен образец записи участка густого спектра поглощения метилового спирта CH_3OH также с частотной (а) и молекулярной (б) модуляцией, на котором видно «прореживание» спектра молекулярной модуляцией, оставшейся при использовавшихся небольших (~ 100 В) напряжениях лишь линии, соответствующие переходам между почти вырожденными энергетическими уровнями. Как видно из записей, уровень шумов при переходе к молекулярной модуляции остается прежним, паразитные сигналы отсутствуют, меньшая амплитуда линий на записи с молекулярной модуляцией обусловлена, во-первых, «односторонней» записью линий (при частотной модуляции записывается «двойной размах» линии) и, во-вторых, неполной штарковской модуляцией записывавшихся линий.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ф. Крупнов, Вестник АН СССР, № 7, 18 (1978).
2. Ч. Таунс, А. Шавлов, Радиоспектроскопия, ИЛ, М., 1959.
3. D. R. Johnson, P. Pearson, in «Methods of Experimental Physics», vol. 13B, «Spectroscopy», Academic Press, N. Y., 1976, p. 102.

Институт прикладной физики
АН СССР

Поступила в редакцию
1 ноября 1979 г.