

МОЩНОЕ ИНДУЦИРОВАННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В ПАРАХ РУБИДИЯ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ ОКГ С ПЕРЕСТРАИВАЕМОЙ ЧАСТОТОЙ

Ф.А.Королев, С.А.Бахрамов, В.И.Осинцов

В работах [1–5] наблюдалось вынужденное излучение с ряда уровней калия при облучении паров калия импульсом рубинового ОКГ с модулированной добротностью и стоксовой компонентой ВКР, возбуждавшегося этим же импульсом в нитробензоле. В настоящей работе было получено мощное направленное излучение в парах рубидия на частотах, близких к переходам $5^2S_{1/2} - 6^2P_{3/2}$ (4202 Å) и $5^2S_{1/2} - 6^2P_{1/2}$ (4215 Å), а также менее интенсивное направленное излучение на резонансных линиях рубидия $5^2S_{1/2} - 5^2P_{3/2}$ (7800 Å) и $5^2S_{1/2} - 5^2P_{1/2}$ (7947 Å), см. рис. 1. Применение ОКГ с перестраиваемой частотой позволило исследовать зависимость порога появления направленного излучения от частоты возбуждающего излучения.

В работе использовался лазер на органическом красителе, возбуждавшийся гигантским импульсом рубинового ОКГ. Плавная перестройка длины волны в диапазоне 7730 – 7900 Å производилась с помощью дифракционной решетки. Длительность импульса на половине высоты составляла ~50 нсек, а спектральная ширина линии генерации ~4 Å. Излучение ОКГ на красителе проходило через телескопическую систему, уменьшавшую сечение пучка до 2–3 мм и падало на кювету с парами рубидия длиной 15 см. Давление паров рубидия менялось от 0,001 до 1,2 мм рт. ст. Спектр направленного излучения исследовался с помощью спектрографа, удаленного от кюветы на значительное расстояние.

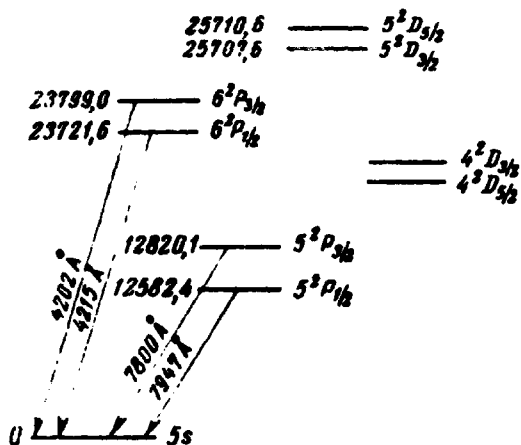


Рис. 1. Схема термов рубидия

Было установлено, что минимальный порог появления направленного излучения достигается, когда удвоенная частота возбуждающего излучения близка к частотам двухфотонных переходов из основного состояния на уровни $5^2D_{3/2, 5/2}$. Спектрограмма этого излучения приведена на рис. 2, а. Основная часть мощности направленного излучения приходится на линию 4202 Å. Линия 4215 Å значительно слабее и характеризуется более высоким порогом возбуждения. Суммарная мощность излучения фиолетовых линий достигала ~1 мвт при длительности импульса несколько меньшей, чем длительность возбуждающего импульса. Излучение фиолетовых линий линейно поляризовано в плоскости, совпадающей с плоскостью поляризации возбуждающего излучения.

На рис. 3 приведена зависимость пороговой мощности возбуждения линии 4202 Å от длины волны лазера на красителе, при давлении паров рубидия 0,05 мм рт. ст. Кривая имеет минимум вблизи длины волны 7778 Å, которая соответствует двухфотонному резонансу для переходов $5^2S_{1/2} - 5^2D_{3/2, 5/2}$. Уменьшение порога наблюдалось также на длине волны 7900 Å соответствующей переходу $5^2S_{1/2} - 5^2P_{3/2}$.

На большинстве спектрограмм линии 4202 и 4215 Å обнаруживают смещение в красную сторону спектра от долей $см^{-1}$ до ~1,5 $см^{-1}$. На ряде спектрограмм полученных при большом давлении паров рубидия наблюдалось смещение линий в фиолетовую сторону спектра. При малом смещении в центре линии имеется резкий провал, соответствующий частоте атомного перехода или слегка сдвинутый в красную сторону спектра. Ширина линии меняется от долей $см^{-1}$ до ~1 $см^{-1}$. Во всех случаях смещение и ширина линии 4202 и 4215 Å одинаковы.

Направленное излучение линий рубидия вызывается, по-видимому инверсией населенности уровней $6P$ и $5P$ по отношению к основному состоянию. Достижение инверсии возможно при наличии значительной заселенности уровней $5D$, которая может возникнуть вследствие двухфотонного поглощения возбуждающего излучения. В этом случае заселение уровней $6P$ и $5P$ происходит внача-

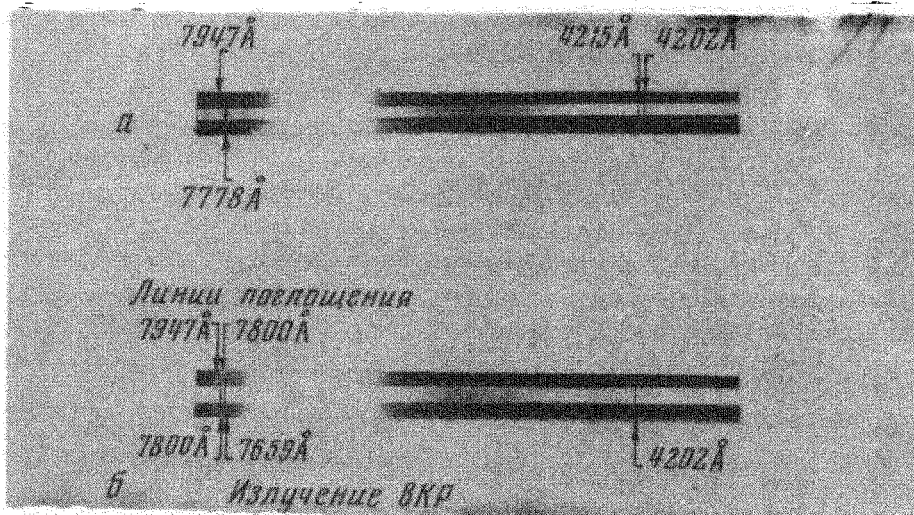


Рис. 2. Спектрограмма излучения паров рубидия :
 а) длина волны возбуждающего излучения 7778 \AA , б) длина волны возбуждающего излучения 7800 \AA . Для сравнения снят спектр поглощения рубидия

ле за счет индуцированных переходов ¹⁾, а после выравнивания населенностей путем спонтанных переходов с уровней $5D$. При этом в первую очередь инверсия населенности должна создаваться для уровней $6P$, так как вероятность перехода с уровней $5D$ на эти уровни больше, чем на уровни $5P$. Второй минимум при длине волны возбуждения 7800 \AA (см. рис. 3) может быть вызван увеличением

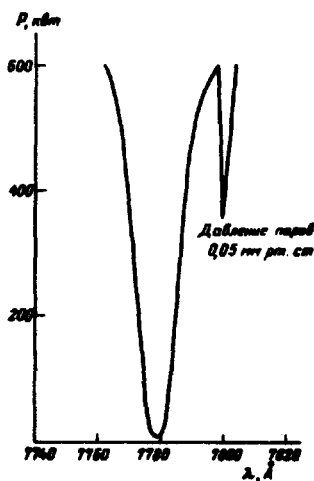


Рис. 3. Зависимость порога возбуждающего излучения

¹⁾ Вклад в заселение уровней $6P$ может вносить также ВКР с уровня $5^2P_{3/2}$.

вероятности двухфотонного перехода вблизи однофотонного резонанса $5^2S_{1/2} - 5^2P_{3/2}$, а также возрастанием роли ВКР с уровня $5^2P_{3/2}$ вследствие эффективного заселения этого уровня. Отметим, что в этом случае наблюдалось интенсивное антистоксово ВКР, связанное с переходом атома с уровня $5^2P_{3/2}$ на уровень $5^2P_{1/2}$ (см. рис. 2, б). При этом вследствие эффективного уровня $5^2P_{3/2}$ возбуждение электронного ВКР было возможно при низких давлениях паров рубидия $\sim 0,05$ мм рт. ст. (интенсивность возбуждающего излучения 2 Мвт/см^2).

Физический факультет
Московского государственного университета
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
15 июня 1970 г.

Литература

- [1] S.Vatsiv, W.G.Wagner, G.S.Picus, F.J.Mc Clung. Phys. Rev. Lett., 15, 614, 1965.
- [2] М.Е.Мовсесян, Н.Н.Бадалян, В.А.Ирадян, Письма в ЖЭТФ, 6, 631, 1967.
- [3] S.Barak, M.Rokni, S.Vatsiv. IEEE J. of Quant. Electron. QE-5, 448, 1969.
- [4] Ю.М.Кирия, Д.П.Ковалев, С.Г.Раутиан, Р.И.Соколовский. Письма в ЖЭТФ, 9, 7, 1969.
- [5] Ю.М.Кирия, С.Г.Раутиан, Б.М.Чернобород, А.Е.Семенов. Письма в ЖЭТФ, 11, 340, 1970.