

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ ГЕНЕРАЦИИ НА КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПЕРЕХОДАХ МОЛЕКУЛЫ СО

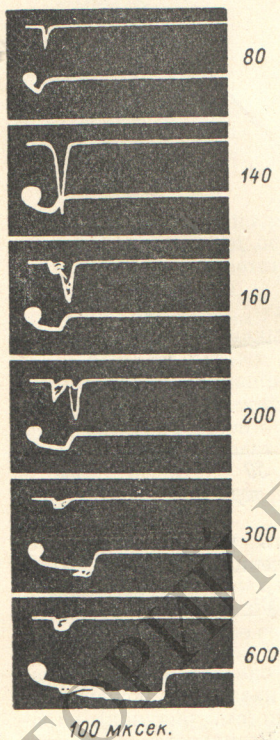
А. В. Анохин, С. В. Маркова и Г. Г. Петраш

В работе [1] нами была исследована генерация на колебательно-вращательных переходах СО при возбуждении разряда прямоугольными импульсами регулируемой длительности и при охлаждении рабочего газа. В ней главным образом изучалась генерация в смеси СО—Не, и все результаты были получены для суммарного, неразложенного по спектру излучения генерации. В данной работе основное внимание уделено изучению генерации в разряде чистого СО; при этом исследован спектральный состав генерации и особенности генерации в зависимости от условий разряда.

Все измерения проводились на установке, описанной ранее в [1]. Для спектральных исследований применялся монохроматор ИКС-6 с двумя призмами из фтористого лития, разрешение которого было достаточным для надежного разделения и отождествления наиболее интенсивных вращательных компонент. Вид импульса генерации на различных длинах волн исследовался непосредственно с помощью осциллографа, сигнал на который подавался от приемника Ge-Au. Измерения проводились в проточной системе, рабочий газ охлаждался парами жидкого азота. Давление в трубке измерялось со стороны входа рабочего газа в трубку и составляло обычно ~ 1 тор.

Исследование суммарного по длинам волн импульса генерации показало, что в наших условиях генерация в разряде в чистом СО возникала с задержкой около 100 мксек. по отношению к началу импульса тока и длилась ~ 200 мксек. Максимальной величины она достигала при длительности импульса тока ~ 200 мксек. Форма и амплитуда суммарного по длинам волн импульса генерации существенно зависят от длительности импульса тока. Для развития генерации во времени характерно раздвоение импульса генерации при увеличении длительности тока.

Суммарный импульс имеет вид, подобный приведенному на рисунке для одной из линий, и состоит из двух компонент. При этом амплитуда первой компоненты почти не изменяется с увеличением длительности импульса тока, если эта длительность превышает ~ 200 мксек. Эта компонента импульса генерации существует и при очень длинных импульсах тока (более 1 мсек.). Вторая компонента



Осциллограммы импульса генерации на линии $P_{6-5} (9)$ при различной длительности импульса тока.

Разряд в СО при давлении 1.1 тор. Верхняя кривая — импульс генерации, нижняя кривая — импульс тока; длительность импульса тока указана в мксек. справа на рисунке.

импульса генерации существует всегда в послесвечении и наблюдается только в определенном интервале длительностей импульса тока. Она возникает при импульсах длительностью около 140 мксек. и исчезает при импульсах длительностью более 400 мксек.

Исследование спектрального состава генерации показало, что генерация в разряде чистого СО происходит между довольно низкими колебательными уровнями, от 4—3 до 9—8. Она имеет место на небольшом числе вращательных линий только P -ветвей. Момент возникновения генерации определяется импульсом тока. При длительности импульса тока 120 мксек. генерация на всех вращательных компонентах одной колебательной полосы возникает примерно в один и тот же момент времени. При возбуждении импульсом тока длительностью ~ 300 мксек. на одном колебательном переходе вращательные линии возникают с разной задержкой. При этом оказывается, что на некоторых линиях генерация начинается во время импульса тока, а на других — в послесвечении.

Исследование временных характеристик отдельных спектральных компонент показало, что для линий, начинающихся во время импульса тока, генерация состоит из таких же двух импульсов, как и интегральное излучение, и эти импульсы соответствующим образом изменяются с увеличением длительности тока. Типичная зависимость импульса генерации на отдельной вращательной линии от длины импульса тока показана на рисунке, на примере линии $P (9) v (6-5)$. С увеличением длительности импульса тока от 80 до 140 мксек. амплитуда и задержка импульса генерации растут

до своих максимальных значений. При токе длительностью 160 мксек. на линии генерации появляется провал, который тем больше, чем больше длительность тока, амплитуда импульса генерации при этом немного уменьшается. Начиная с длительности тока ~300 мксек, вторая компонента импульса генерации совсем исчезает, а амплитуда первой остается неизменной.

Генерация в разряде чистого СО в наших условиях наблюдалась при значениях $E/N = 1.7 \cdot 10^{-15}$ в см² (E — напряженность электрического поля в в/см, N — число частиц среды в 1 см³). Расчет, проведенный в [2], показал, что в этом случае основная часть энергии электронов идет на электронное возбуждение молекулы СО. Поэтому можно предположить, что в этих условиях заселение колебательных уровней основного состояния главным образом происходит за счет распада верхних электронных состояний. Можно предположить, что основная накачка идет через состояние А¹Π, эффективное сечение возбуждения электронами для которого велико [3]. В этом случае наиболее эффективно могут заселяться колебательные уровни с 4 по 10. Наблюдаемый спектр генерации в чистом СО соответствует этим значениям v . Таким образом, в данном случае инверсия возникает в результате селективного заселения определенных колебательных уровней. Однако полное число колебательно возбужденных молекул здесь, судя по всему, невелико, так как первоначальная энергия распределяется между большим числом электронных состояний.

Быстрый срыв генерации в послесвечении для этого механизма определяется тем, что в результате обмена энергией между колебательными уровнями происходит перераспределение в сторону увеличения заселенности нижних колебательных уровней, первоначально слабо заселенных каскадом сверху. В результате этого инверсия будет уменьшаться и за время, характерное для обмена колебательными квантами, полностью исчезнет. В разряде чистого СО это время для указанных уровней составляет в среднем около 100 мксек. и согласуется с наблюдаемой нами длительностью генерации.

В заключение следует отметить, что генерация подобного вида наблюдалась нами при определенных условиях и в разряде СО с добавками гелия. Однако для смесей СО с гелием более характерна гораздо более мощная и длительная генерация. Она развивается в основном в послесвечении, наблюдается на переходах между более высокими колебательными уровнями и, судя по всему, связана с иным механизмом возбуждения колебательных уровней молекулы СО.

Более подробное изложение результатов исследования генерации в смесях СО с различными инертными газами будет дано в другом месте.

Литература

- [1] А. В. Анохин, С. В. Маркова, Г. Г. Петраш. Кр. сообщ. физ., № 8 15, 1970.
- [2] W. L. Nighan. Phys. Rev., 24, 1989, 1970.
- [3] В. В. Скучбенич. Автореф. канд. дисс., Харьков, 1969.

Поступило в Редакцию 22 мая 1972 г.

УДК 621.373 : 535

ГЕНЕРАЦИЯ ВТОРОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ГАРМОНИКИ В КРИСТАЛЛЕ ПОДАТА ЛИТИЯ ПРИ «ОЕЕ» ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ВОЛН

А. Г. Калинин, В. Д. Волосов и Р. Б. Андреев

Условиями эффективной генерации оптических гармоник в нелинейных средах являются наличие фазового согласования взаимодействующих волн, с одной стороны, и отличие от нуля соответствующих компонент тензора нелинейной поляризуемости, с другой [1, 2].

Выражение для нелинейной поляризуемости $P^{2\omega}$ в случае «оee» взаимодействия для кристалла LiJO₃ имеет вид [3, 4].

$$P^{2\omega} \sim d_{14} \sin[2\theta] (E^\omega)^2, \quad (1)$$

а для «оee» взаимодействия

$$P^{2\omega} \sim d_{15}^2 \sin^2 \theta (E^\omega)^2. \quad (2)$$

Однако в соответствии с перестановочными соотношениями Клейнмана [5], для кристалла LiJO₃ (класс симметрии C_6^2) компонента тензора нелинейной поляризуемости $d_{14} = -d_{25}$ должна быть равна нулю. Отсюда следует полученный в работе [3] вывод о невозможности ГВГ при «оee» взаимодействии в кристалле LiJO₃ даже при реализации в нем фазового согласования взаимодействующих волн.