

ОБ АНОМАЛЬНОМ ВЛИЯНИИ ПРИМЕСЕЙ НА ИЗЛУЧЕНИЕ ОКГ ОТ ПЛАМЕНИ $\text{CS}_2 - \text{O}_2$

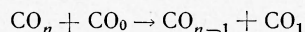
В. А. Дудкин

(Москва)

После создания квантового генератора, активной средой которого является пламя $\text{CS}_2 - \text{O}_2$ [1], авторы проводили эксперименты по исследованию влияния различных газообразных примесей на интенсивность генерации молекул СО в данном ОКГ [2]. Ими было обнаружено резкое увеличение мощности генерации при добавке в пламя СО, CO_2 , N_2O и сильное тушение генерации при добавке NO_2 . Интерпретация полученных данных, безусловно, представляет большой интерес, однако в работе [2] экспериментальные результаты практически не обсуждаются. Целью данной заметки является качественное объяснение упомянутых результатов.

Добавка в состав пламени холодных газов СО, CO_2 , N_2O оказывает, по-видимому, в основном влияние на скорости вращательной и колебательной релаксаций возбужденных молекул СО. Рассмотрим в качестве примера добавку СО. В низкотемпературных пламенах при небольших давлениях и в отсутствие влияния стенок релаксация определяется парными неупругими соударениями между частицами, а эффективные сечения соударений между одинаковыми молекулами обычно превышают сечения прочих [3]. Добавка к пламени холодного газа СО может, во-первых, снижать вращательную температуру возбужденных молекул СО, если величина её у образующихся в пламени молекул СО превышает равновесную. В ряде случаев [4, 5] снижение вращательной температуры газов разрядных молекулярных ОКГ путем охлаждения стенок приводило к заметному росту мощности генерации. Аналогичное явление в данном случае происходит, по-видимому, за счёт соударений внутри рабочего объема.

Во-вторых, особенности колебательной релаксации ангармонического осциллятора приводят к дополнительному механизму «охлаждения» молекул СО, так как релаксационные процессы вида

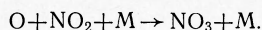


являются эндотермическими и приводят к понижению поступательной температуры СО. Кроме того, в ряде работ (см., например, [6, 7]) указано, что процессы такого типа играют определяющую роль в заселении колебательных уровней СО и, как показано в [6, 8], могут увеличивать степень инверсной заселенности даже при уменьшении концентрации молекул СО на верхних колебательных уровнях.

В этой связи для молекул CO_2 и N_2O следует ожидать меньшего влияния на скорость вращательной релаксации возбужденных молекул СО, однако CO_2 и N_2O могут играть важную роль в заселенности колебательных уровней СО. Для CO_2 и N_2O колебательные энергетические уровни типа $[0, 0, n]$ и $[n, n, 0]$ достаточно близки к соответствующим колебательным уровням молекулы СО (100—200 1/см для уровней с малыми квантовыми числами $n \leq 4$). Для более высоких уровней СО $n \approx 10-12$, на которых наблюдается генерация, этот разброс увеличивается в 3—4 раза. Вполне естественно ожидать поэтому, что нижние колебательные уровни СО при соударениях с невозбужденными молекулами CO_2 и N_2O будут дезактивироваться быстрее, чем верхние, что в результате должно увеличивать степень инверсной заселенности молекул и мощность ОКГ.

Из приведенной выше интерпретации вытекают, как следствие, следующие изменения в спектре генерации ОКГ при добавке СО, CO_2 , N_2O : рост усиления на отдельных вращательно колебательных компонентах с вращательными числами j , для которых $B_{\text{CO}j}(j+1) \approx kT_{\text{вр}}$; возможно расширение спектра за счет появления или усиления инверсии на других колебательных уровнях. Подобные эффекты наблюдались экспериментально при исследовании спектров генерации и люминесценции молекул СО в химическом лазере $\text{CS}_2 - \text{O}_2$ (с разрядным возбуждением) в присутствии холодного газа СО и без него [6] и могут служить подтверждением данной трактовки.

Тушащее влияние NO_2 может быть связано с двумя факторами. Первый из них — наличие у молекулы NO_2 низколежащих возбужденных электронных состояний [9], которые могут эффективно заселяться при соударениях NO_2 с возбужденными молекулами СО (отметим, что у СО, CO_2 и N_2O возбужденные электронные состояния лежат гораздо выше). Второй фактор — химическое взаимодействие атомов О с NO_2 по схеме



Такая реакция может быть достаточно быстрой, чтобы заметно уменьшить концентрацию атомов О в пламени [10] и тем самым повлиять на образование молекул СО.

Автор благодарен В. Б. Либровичу за полезные обсуждения.

Поступила в редакцию
16/1 1973

ЛИТЕРАТУРА

1. S. K. Searles, N. Djew, H. S. Piloff. Appl. Phys. Lett., 1971, **19**, 1, 9.
 2. S. K. Searles, N. Djew. Chem. Phys. Lett., 1971, **12**, 1, 53.
 3. В. Н. Кондратьев. Кинетика химических газовых реакций. М., Изд. АН СССР, 1958.
 4. R. M. Osgood, W. C. Eppers, Appl. Phys. Lett., 1968, **13**, 409.
 5. В. М. Каслин, И. Н. Князев, Г. Г. Петраш. Краткие сообщения по физике. ФИАН, 1971, 1, 51.
 6. R. D. Stuart, S. J. Arnold, G. H. Kimbell. Chem. Phys. Lett., 1970, **7**, 3, 337.
 7. Б. Ф. Гордиец, А. И. Осипов, Л. А. Шелепин. Кинетика нерезонансного колебательного обмена и молекулярные лазеры. Препринт ФИАН, 1970, 63.
 8. K. D. Foster J. Chem. Phys., 1972, **57**, 6, 2451.
 9. Термодинамические свойства индивидуальных веществ. Справочник. Под ред. акад. В. П. Глушко. М., Изд-во АН СССР, 1962.
 10. В. Н. Кондратьев. Константы скорости газозфазных реакций. М., «Наука», 1972.
-