

УДК 621.373.029.67.001.5

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ГАЗОВ НА РАБОТУ СУБМИЛЛИМЕТРОВЫХ ЛАЗЕРОВ НА H_2O И D_2O

А. Ф. Крупнов, В. А. Скворцов, Л. А. Синегубко

В освоении субмиллиметрового диапазона важная роль принадлежит лазерам на молекулярных газах, в том числе на парах обычной и тяжелой воды [1]. Однако до настоящего времени неизвестен механизм возбуждения лазера на воде. Нами проводилось исследование влияния добавок водорода, дейтерия, кислорода и некоторых других веществ на мощность излучения лазеров на H_2O и D_2O .

Лазер, на котором проводились наши эксперименты, имел длину 2 м и конструкцию обычного типа (см. например, [2]). Излучение принималось приемником ОАП-2. Исследовалось непрерывное излучение в проточном режиме на линиях 28 и 119 мк в парах H_2O и 172 мк в парах D_2O . Оптимальные режимы генерации по току ($\sim 1,2$ а) и давлению ($\sim 0,2$ мм рт. ст.) для всех линий близко совпадали. Режимы лазера регулировались до получения максимальной мощности, затем добавлялось исследуемое вещество соответствующего изотопного состава и отмечалось его влияние на мощность излучения лазера. Результаты исследований приведены в таблице. Для обогащения паров тяжелой воды дейтерием использовалась реакция Лавуазье — окисление раскаленного железа водяным паром.

Добав- ка	Мощность лазера на H_2O	Добав- ка	Мощность лазера на D_2O	Добав- ка	Мощ- ность лазера на H_2O	Добав- ка	Мощ- ность лазера на D_2O
H_2	+100%	D_2	+100%*	Ar	—	Ar	—
O_2	—	O_2	—	N_2	—	N_2	—
He	+10%	He	+50%	NH_3	— —	ND_3	— —

Примечание. Знак плюс соответствует увеличению мощности; цифра дает максимальный прирост. Знак минус соответствует уменьшению мощности. Знак — — соответствует весьма сильному уменьшению мощности.

* Концентрация дейтерия неизвестна, может быть неоптимальна.

Одинаковое влияние химических добавок на лазеры на H_2O и D_2O при разном соотношении колебательных и вращательных частот молекул свидетельствует о существенном влиянии химических процессов в разряде на процессы возбуждения лазерных уровней. При этом систематически меньшая мощность лазерных линий на D_2O может объясняться меньшими скоростями реакций с участием D [3]. Добавление небольших количеств H_2 в лазер на D_2O приводит к тушению генерации на 172 мк. Увеличение количества H_2 приводит к появлению генерации на 28 и 119 мк, как в парах H_2O . Возможно, что факт отсутствия генерации на парах HDO, химические свойства и электронные уровни которой весьма близки к H_2O и D_2O , связан с некоторыми симметриями в молекулах. Молекулы с одинаковыми группами O—H (O—D) отличаются наличием резонанса между несколькими типами колебаний с близкими частотами, которые можно представить как результат связи колебаний группы O—H с одинаковыми парциальными частотами [4].

Одним из результатов нашего исследования явилось доказательство возможности работы субмиллиметрового лазера на парах воды в отпаянном режиме, когда в разряд добавлен водород. Как известно [2], при прекращении прокачки паров воды лазер генерирует лишь несколько минут, после чего генерация пропадает и не восстанавливается даже при длительном «отдыхе» рабочего вещества. Нами было установлено, что добавление к этому отработанному веществу водорода восстанавливает генерацию. Нами был запущен лазер, наполненный смесью $H_2O + H_2$ (в равных количествах или при избытке H_2), который в отпаянном режиме проработал более 4 час на длинах волн 28 и 119 мк [5]. Лазер допускал выключение разряда и повторные запуски. Это показывает отсутствие быстрых необратимых реакций, которые вызывали бы прекращение работы лазера на $H_2O + H_2$. Ограничение срока работы лазера в отпаянном режиме было вызвано натеканием воздуха в установку лазера, не предназначенную для сохранения статического вакуума. Сходное химическое поведение лазера на D_2O дает основания предполагать осуществимость и для него отпаянного режима. Однако при этом существуют трудности, связанные с изотопным обменом.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Crocker, H. A. Gebbie, M. F. Kimmit, L. E. S. Mathias, Nature, 1964, 201, 250.
2. G. T. Flesher, W. M. Muller, Proc. I.E.E.E., 1966, 54, 4, 543.
3. Г. Реми, Курс неорганической химии, Изд. Мир, 1966.
4. Г. Герцберг, Колебательные и вращательные спектры многоатомных молекул, ИЛ, 1949.
5. А. Ф. Крупнов, В. А. Скворцов, Л. А. Синегубко, Изв. вузов МВССО СССР (Радиофизика), 1968, 11, 5, 778.

Поступило в редакцию
8 V 1968