

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИМПУЛЬСНОГО ХИМИЧЕСКОГО КИСЛОРОДНО-ЙОДНОГО ЛАЗЕРА

Н.П. Вагин, П.Г. Крюков, Д.Х. Нурлигареев, В.С. Пазюк, Н.Н. Юрышев

На основании измерений концентрации атомарного йода, образующегося при фотоллизе рабочей среды, определен КПД по отношению к поглощенной энергии УФ излучения, который составил 700%.

В работе /1/ сообщалось о реализации импульсного химического кислородно-йодного лазера (ХКЙЛ) с объемной фотолитической наработкой атомарного йода. В /2/ продемонстрирована предсказанная ранее /3/ возможность работы такого лазера без охлаждаемой ловушки, т.е. при большом содержании паров воды в потоке. Однако полученные в этих работах энергетические характеристики (удельный энергопотребление, химический КПД) существенно уступали аналогичным параметрам, достигнутым для непрерывного ХКЙЛ. По нашему мнению, это обстоятельство обусловлено недостаточной скоростью откачки и, как следствие, низким содержанием синглетного кислорода в потоке.

В настоящей работе сообщается о достижении удельных характеристик, практически не уступающих лучшим результатам для непрерывных ХКЙЛ, а также измерении КПД лазера по отношению к энергии инициации, вложенной в рабочую смесь.

Работа проводилась на установке, которая представляла собой лазер продольной геометрии с генератором синглетного кислорода барботажного типа, аналогичным описанному в /4/. Внутренний диаметр кварцевой кюветы — 60 мм. Резонатор длиной 2 м образован двумя сферическими зеркалами с радиусами кривизны 5 м и коэффициентами пропускания 1,4 и 0,6% на длине волны 1,315 мкм. Энергия накопителя для питания фотоиницирующих ламп составляла 600 Дж. Диаметр области генерации определялся экспериментально последовательным диафрагмированием лазерного пучка и равен 50 мм. Суммарная энергия генерации с обеих сторон лазера достигала 2,3 Дж при давлении кислорода $P_{O_2+O_2(^1\Delta)} = 1,3$ торр и $P_{CH_3I} = 0,4$ торр. Длительность импульса генерации ~ 150 мкс по уровню половинной интенсивности. Энергопотребление с единицы генерирующего объема составило 1,1 Дж/л, что соответствует 15 кДж/моль Cl_2 . Полученное значение эффективности близко к лучшим значениям этого параметра для непрерывного ХКЙЛ /5/. Если максимально возможную частоту повторения импульсов принять равной величине, обратной времени заполнения лазерной кюветы (25 мс), то полученная энергия в импульсе соответствует средней мощности генерации 90 Вт.

Для оценки КПД по отношению к энергии, вложенной в рабочую смесь от источника УФ излучения, была измерена концентрация атомарного йода, образующегося при фотоллизе смеси $CH_3I - O_2(^3\Sigma)$. Определение концентрации атомарного йода производилось путем измерения величины поглощения излучения пробного импульсного фотодиссоционного йодного лазера, работавшего с малым превышением порога генерации на переходе $I^*(^2P_{1/2}; F' = 3) \rightarrow I(^2P_{3/2}; F = 4)$ сверхтонкой структуры атомарного йода. Зондирование смеси $CH_3I - O_2(^3\Sigma)$ пробным лазером производилось с задержкой 35 мкс, которая была достаточной для релаксации кислородом $O_2(^3\Sigma)$ возбужденных атомов $I^*(^2P_{1/2})$ в основное состояние $I(^2P_{3/2})$. Сечение поглощения перехода $I(^2P_{3/2}; F = 4) \rightarrow I^*(^2P_{1/2}; F' = 3)$ принималось равным значению, полученному в /6/: $(1 \pm 0,2) \cdot 10^{-17}$ см² при комнатной температуре. Проведенные измерения показали, что концентрация атомарного йода в наших экспериментах при давлении $P_{CH_3I} = 0,4$ торр составляла $(2,0 \pm 0,4) \cdot 10^{14}$ см⁻³. Поглощенная в активном объеме энергия УФ излучения составляет 0,33 Дж. Таким образом, отношение энергии генерации лазера к поглощенной энергии УФ излучения достигает 700%.

Полученное высокое значение КПД свидетельствует о больших потенциальных возможностях импульсного ХКЙЛ с объемной наработкой йода и позволяет надеяться на создание таких лазеров с высоким значением полного КПД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басов Н. Г. и др. Квантовая электроника, 11, 1893 (1984).
2. Вагин Н. П. и др. Квантовая электроника, 13, 1068 (1986).
3. Загидуллин М. В. и др. Препринт ФИАН № 43, М., 1984.
4. Вагин Н. П., Крюков П. Г., Юрышев Н. Н. Квантовая электроника, 12, № 9, 1921 (1985).
5. Yoshimoto A. et al. J. Appl. Phys., 59, № 12, 3965 (1986).
6. Ефименко А. А., Бориев Н. А., Гордон Е. Б. Квантовая электроника, 12, № 8, 1711 (1985).

Поступила в редакцию 13 февраля 1987 г.