

СРЕДНИЕ МОЩНОСТИ ГЕНЕРАЦИИ, ДОСТИЖИМЫЕ С ЛАЗЕРАМИ  
НА ПАРАХ ГАЛОГЕНИДОВ МЕТАЛЛОВ

М. А. Казарян, Т. И. Пехошкина, А. Н. Тройников

УДК 621.378.325

Проведен анализ возможности получения больших средних мощностей генерации с лазерами на парах галогенидов металлов. Показано, что в рассматриваемых системах достижимы средние мощности порядка десятков ватт на 1 см активной длины.

Лазеры на парах галогенидов металлов, генерация в которых осуществляется на переходах с резонансного на метастабильный уровень в атомах металлов, представляют в настоящее время большой интерес /1 - 5/. С этими лазерами получены большие средние мощности - 12 Вт при КПД 1% /1/. Однако вопрос о предельных характеристиках генерации в литературе до сих пор не рассматривался. Поэтому представляло интерес оценить возможности этих систем с точки зрения получения больших средних мощностей генерации.

Будем считать, что при больших уровнях вводимой мощности часть молекул (или все молекулы) диссоциируют на атомы металла и галогена. Примем также, что повышение средней мощности генерации ограничено перегревом активной среды или, что то же самое - равновесной населенностью нижнего лазерного уровня. Последнее, при определенных уровнях накачки, можно принять равной 1% /6/.

Рассмотрим тепловой режим газоразрядного лазера в рамках модели, принятой в работе /7/. Предполагается, что газ в трубке нагревается за счет тепла, выделяющегося в процессе газового разряда, причем распределение источников тепла в трубке равномерное. Тогда в цилиндрической трубке, длина которой намного больше диаметра, для среднего значения температуры газа имеем /7/:

$$\bar{T} = T_w - \frac{1}{5} + \frac{4\pi b \lambda_w}{3P\beta(1-\eta)} \left[ \left[ \left( \frac{1}{5} \right)^2 + \frac{P\beta(1-\eta)}{2\pi b \lambda_w} \right]^{3/2} - \left( \frac{1}{5} \right)^3 \right],$$

где  $T_w$  - температура стенки трубки;  $\lambda_w$  - теплопроводность газовой смеси при температуре стенки;  $b$  - постоянная, характеризующая зависимость теплопроводности от температуры /8/;  $\beta$  - средняя мощность, вводимая на единицу длины трубки;  $P$  - коэффициент, учитывающий тот факт, что не вся вводимая мощность выделяется в виде тепла в объеме газа.

При  $\bar{T} = T_m$ , где  $T_m$  - предельно допустимая температура газа,  $P = P_m$ , т.е. равно предельной средней мощности, которую можно ввести на единицу длины разрядной трубки без перегрева газа.

В типичных условиях работы, в трубке наряду с парами галогенидов металлов присутствует буферный газ (гелий или неон), плотность которого обычно более чем на порядок превосходит плотность паров рабочего вещества. В этом случае теплопроводность газовой смеси определяется теплопроводностью буферного газа, значение которой взято из /9/.

Таблица

Молекула	$\lambda, \text{Å}$	$T_m, \text{K}$	$T_w, \text{K}$	Буферный газ неон		Буферный газ гелий		$\eta, \%$
				$P_m, \text{вт/см}$	$P_g, \text{вт/см}$	$P_m, \text{вт/см}$	$P_g, \text{вт/см}$	
CuCl	5105	3500	890	270	27	1050	105	10
PbCl <sub>2</sub>	7229	6720	850	780	15,6	2900	58	2
MnCl <sub>2</sub>	5420	5470	950	570	5,7	2100	21	1
BaI <sub>2</sub>	15000	3570	1200	250	25	970	97	10
BiCl <sub>3</sub>	4722	3575	500	290	2°	1170	117	10
AuCl <sub>3</sub>	6278	6700	420	870	17,4	3000	60	2

В таблице приведены значения  $P_m$ , рассчитанные по вышеприведенной формуле для галогенидов меди, свинца, марганца, бария, висмута и золота. На переходах атомов последних трех элементов генерация в парах их галогенидов еще не получена. При расчетах значение  $\beta$ , как и в работе /7/, принималось равным 0,5.

В таблице указаны также длины волн, соответствующие рабочим переходам, и оценки средней мощности генерации при принятых значениях КПД, соответствующих лазерам на парах металлов /7/.

Из данных таблицы видно, что с лазерами на парах галогенидов металлов могут быть реализованы высокие уровни средней мощности генерации  $P_g$  в видимой области спектра. Они могут достигать величин порядка десятков ватт на один сантиметр длины активной части разрядной трубки. Эти значения близки к тем, которые приведены в работе /7/ для лазеров на парах металлов.

Поступила в редакцию  
30 июня 1977 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. О. С. Акиртава, В. Л. Джиккия, Ю. М. Слейник, Квантовая электроника, 2, 1831 (1975).
2. С. J. Chen, G. R. Russell, Appl. Phys. Lett., 26, 504 (1975).
3. В. К. Исаков, М. Н. Калугин, С. Е. Потапов, Н. П. Трофимов, М. В. Тютчев, Письма в ЖТФ, 2, 120 (1976).
4. Г. В. Абросимов, В. В. Васильцов, В. Н. Волошин, А. В. Корнеев, В. Д. Письменный, Письма в ЖТФ, 2, 417 (1976).
5. М. А. Казарян, С. В. Маркова, Г. Г. Петраш, А. Н. Трофимов, В. М. Черезов, 3 Internationale Tagung Laser und Anwendungen, Dresden-DDR, 1977, г. 62.
6. А. А. Исаев, М. А. Казарян, Г. Г. Петраш, Краткие сообщения по физике ФИАН, № 3, 3 (1973).
7. А. А. Исаев, М. А. Казарян, Г. Г. Петраш, сборник "Квантовая электроника" под ред. Н. Г. Басова, 6(18), 112 (1973).
8. В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел, "Теплопередача", М., "Энергия", 1969 г.
9. А. Г. Шаликов, Т. П. Абраменко, "Теплопроводность газовых смесей", М., "Энергия", 1970 г.