

ГАЗОРАЗРЯДНАЯ ИМПУЛЬСНАЯ ЛАМПА С ПРЯМОУГОЛЬНЫМ СЕЧЕНИЕМ

Ю. Г. Аникиев, Г. Г. Вдовченко, М. Е. Жаботинский и И. С. Маршак

Описана газоразрядная импульсная лампа с прямоугольным сечением оболочки. Найдено, что по прочностным и светотехническим параметрам она близка к соответствующим трубчатым лампам и может найти применение, где плоская форма поверхности светящегося объема является наиболее удобной.

Для некоторых приложений [1-4] представляет интерес импульсная лампа с оболочкой прямоугольного сечения [5, 6]. Насколько нам известно, в литературе нет достаточных сведений о параметрах (предельной энергии, излучательных характеристиках, равномерности свечения поверхности) лампы подобного типа, характеризующих ее как источник излучения. Данная работа посвящена этому вопросу.

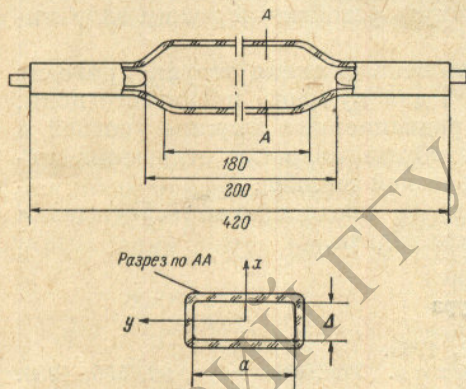
Прямоугольный профиль сечения оболочки (см. рисунок) формировался из цилиндрической кварцевой трубки посредством ручной огневой обработки.

Производилось сравнение предельной энергии лампы, найденной по известной экспериментальной методике [7], с расчетной величиной, найденной по эмпирической формуле [8]

$$W_{\text{пр.}} = 3250 S \sqrt{\tau}, \quad (1)$$

$W_{\text{пр.}}$ — предельная энергия в джоулях, S — рабочая поверхность лампы в см^2 , τ — длительность вспышки в секундах на уровне 0.35 максимума силы света, справедливой для трубчатых ламп круглого сечения [7]. Длительность вспышки здесь и далее равнялась 800 мксек., емкость конденсаторной батареи — 1100 мкф. Как показывают экспериментальные результаты (табл. 1), для ламп с $\Delta = 10$ мм предельную энергию можно оценивать по формуле (1), в то время как для ламп с $\Delta = 5$ мм — $W_{\text{пр.}}$ на 20÷30% ниже расчетной. Для объяснения такого отклонения от формулы (1) необходимо провести дополнительные исследования. Обращает на себя внимание малый разброс экспериментальных значений $W_{\text{пр.}}$ для ламп с $\Delta = 10$ мм. Номинальная энергия, обычно принимаемая равной $0.6 W_{\text{пр.}}$ [8], составляет 8 кдж для ламп с $\Delta = 10$ мм и ~5 кдж для ламп с $\Delta = 5$ мм.

Энергетическое освечивание Θ_{ij} в направлениях $j = x$ и y для трех спектральных диапазонов излучения $i = A, B$ и B (A — область пропускания кварцевого баллона, B, B — области в спектре поглощения неодаима



Конструкция лампы.

a — 30 мм, $\Delta = 5$ и 10 мм. Толщина стенки баллона 2.5 ± 0.3 мм.

Таблица 1

Предельная энергия ламп с прямоугольным сечением

Номер лампы	Размеры лампы			Площадь поверхности лампы S , см ²	Предельная энергия $W_{пр}$	
	l , мм	a , мм	Δ , мм		расчет по формуле (1), кдж	эксперимент, кдж
1	180	30	10	144	13.2	13.5
9	90	30	10	72	6.6	6.4
3	180	30	10	144	13.2	13.5
4	180	30	10	144	13.2	13.8
5	180	30	5	126	11.5	8.0
6	180	30	3—4	122	11.3	8.0
7	180	30	5	126	11.5	8.0
8	180	30	4—5	126	11.5	9.7

$\lambda=0.49-0.61$ мкм и $0.7-0.9$ мкм соответственно) измерялись дифференциальным термостолбиком, проградуированным в абсолютных единицах по эталонной лампе. В табл. 2 приведена зависимость Θ_{ij} и η_i при $\Delta=5$ и 10 мм от энергии, запасенной в конденсаторной батарее. При малых энергиях (W до 4.5 кдж) Θ_{ij} для ламп с $\Delta=5$ мм немного выше, чем для лампы с $\Delta=10$ мм. При $W > 4.5$ кдж наблюдается значительное отклонение от линейной зависимости $\Theta_{ij}=f(W)$ для ламп с зазором 5 мм. При этом на энергиях больше 5 кдж энергетическое освещение лампы с $\Delta=10$ мм превышает освещение лампы с $\Delta=5$ мм. Отклонение от линейности — максимальное в полосе В.

Таблица 2

Энергетическое освещение Θ_{ij} и энергетический выход для областей излучения А, Б, В у ламп с зазором 5 и 10 мм при давлении ксенона в лампе 150 тор

Δ , мм	W , кдж	Θ_{Ax}	Θ_{Ay}	Θ_{Bx}	Θ_{By}	Θ_{Vx}	Θ_{Vy}	η_A	η_B	η_V
		дж/стер.						%		
10	2.2	122	87	4.3	3.8	20.0	12.1	59	2.3	8.7
	3.8	210	144	8.4	6.7	33.6	18.3	60	2.5	8.3
	5.0	295	180	11.4	8.3	41.6	22.0	60	2.3	7.8
	6.4	377	226	14.2	10.2	56.6	26.0	60	2.4	7.4
	8.0	484	276	21.0	13.0	60.0	30.2	60	2.7	7.1
	8.8	528	300	23.2	13.6	64.5	32.4	60	2.6	7.0
5	2.2	132	67	4.6	2.7	20.4	9.2	58	2.1	8.5
	3.8	225	111	8.4	4.4	32.8	13.5	57	2.1	7.8
	5.0	287	137	11.0	5.3	38.5	15.5	55	2.1	6.9
	6.4	360	170	13.8	6.3	47.0	17.5	52	2.0	6.4
	8.0	420	198	15.9	6.9	52.2	19.3	47	1.8	5.6

Если считать индикатрису излучения лампы ламбертовской, то энергетический выход лампы в i -области

$$\eta_i = \frac{2\pi(\Theta_{ix} + \Theta_{iy})}{W}. \quad (2)$$

При $W=8$ кдж для лампы с зазором равным 10 мм $\eta_A=60\%$; $\eta_B=2.5\%$; $\eta_V=7\%$, т. е. доля энергии, излучаемая лампой в полосах накачки

неодима, отнесенная к энергии, запасенной в конденсаторной батарее, составляет $\sim 10\%$, что согласуется с данными, полученными для трубчатых ламп с круглым сечением [9, 10]. Применение отражателя из полированного серебра, прижатого к широкой стенке лампы, увеличивает освещенность поверхности термостолбика при энергии 8 кдж в областях излучения А, Б, В в 1.47, 1.66, 1.43 раза, а применение отражателя из окиси магния соответственно — в 1.70, 1.78, 1.57 раза. На других энергиях результаты аналогичны. Следовательно, потери на поглощение плазмой собственного излучения невелики. В диапазоне давлений от 100 до 200 тор энергетическое освечивание при $W=2\div 9$ кдж практически не зависит от давления.

Распределение яркости по поверхности лампы находилось фотографированием канала разряда с последующим фотометрированием снимков. Результаты измерений приведены в табл. 3.

Таблица 3

Относительная средняя яркость $\bar{\gamma} = \frac{\int B(x, y) dS_1}{S_1 B_{\max}}$ по поверхности свечения S_1 и относительная минимальная яркость $\gamma_{\min} = \frac{B_{\min}}{B_{\max}}$ для различных W , Δ и формы поджигающего электрода ($S_1 = a\Delta$, $B_{\min}$ и $B_{\max}$ — минимальная и максимальная яркости поверхности S_1)

Δ , мм	Форма поджигающего электрода	W , дж	$\bar{\gamma}$	$\gamma_{\min}$
10	В виде спирали	4950	0.8	0.62
		8000	0.93	0.84
	В виде металлической пластины	4950	0.91	0.8
		8000	0.93	0.81
5	В виде спирали	4950	0.91	0.83
		8000	0.9	0.76
	В виде металлической пластины	4950	0.91	0.87
		8000	0.92	0.87

Из табл. 3 следует, что при малой плотности электрической энергии в лампе ($W=4950$ дж при $\Delta=10$ мм) влияние формы поджигающего электрода на равномерность свечения существенно (для электрода в виде спирали $\bar{\gamma}=0.8$, $\gamma_{\min}=0.62$, а для электрода в виде пластины 0.91 и 0.8 соответственно). При высокой плотности энергии ($W=8000$ дж при $\Delta=10$ мм и $W=4950$ и 8000 дж при $\Delta=5$ мм) равномерность свечения выше, чем в предыдущем случае ($\bar{\gamma}=0.9$, $\gamma_{\min}=0.76-0.87$) и практически не зависит от формы поджигающего электрода. Следовательно, выбором соответствующей формы поджигающего электрода можно добиться высокой равномерности свечения поверхности лампы в широком диапазоне энергий.

Проведенные исследования показывают, таким образом, что газоразрядная лампа с прямоугольным сечением оболочки по прочностным и светотехническим параметрам близка к соответствующим трубчатым лампам и может найти применение в устройствах, где плоская форма поверхности, ограничивающей светящийся объем, является наиболее удобной.

Авторы благодарят Н. В. Титову за помощь в измерениях, а В. П. Кирсанова за обсуждение результатов работы.

Литература

- [1] А. М. Бонч-Бруевич, Я. А. Имас, В. А. Молчанов. Ж. прикл. спектр., 1, 45, 1964.
- [2] J. P. Segre. Space Age News, 12, 20, 1969.

- [3] Е. М. Дианов, А. М. Прохоров. ДАН СССР, 192, 531, 1970.
- [4] Ю. А. Калинин, А. А. Мак. ОПМ, № 2, 67, 1970.
- [5] Авт. свидетельство, СССР, патент № 16781, кл. 21, 82/01.
- [6] Авт. свидетельство, США, патент № 2433205, кл. 176—122.
- [7] И. С. Маршак. Импульсные источники света. ГЭИ, М.—Л., 1963.
- [8] В. П. Кирсанов, С. В. Трошкин, Г. Н. Семенова. Электронная техника, сер. 3, 25, 1966.
- [9] В. К. Конюхов, Л. А. Кулевский, А. М. Прохоров. Ж. прикл. спектр., 1, 54, 1964.
- [10] А. А. Мак, Ю. А. Ананьев, Б. А. Ермаков. Усп. физ. наук, 92, 373, 1967.

Поступило в Редакцию 26 апреля 1971 г.