

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ РАЗМЕР В ОБОБЩЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ПЛАЗМОТРОНОВ

С. С. Кутателадзе, А. К. Ребров, В. Н. Ярыгин

(Новосибирск)

При обобщении вольт-амперных характеристик и данных по к. п. д. для плазмотронов с самоустанавливающейся дугой в качестве линейного характерного размера обычно используется диаметр выходного канала. До настоящего времени вопрос о влиянии диаметра на характеристики плазмотронов оставался открытым даже для простейших конструктивных схем.

Настоящая работа представляет специальное исследование влияния диаметра на вольт-амперную характеристику и к. п. д. однокамерного плазмотрона с вихревой стабилизацией дуги. Описание конструктивной схемы и методики эксперимента приведены в работе [1].

Для целей настоящей работы были изготовлены геометрически подобные плазмотроны с диаметрами анодного канала 4, 8, 16 мм и относительной длиной выходного электрода $l/d = 10$ (d — диаметр электрода).

Возможные отклонения от геометрического подобия системы дуга — канал во внимание не принимались; отклонения от гидродинамического подобия течения в вихревой камере для процесса формирования дуги несущественны.

В таблице приведены основные экспериментальные данные для испытанных плазмотронов. Критерии подобия определялись по среднемассовой температуре и статическому давлению на срезе канала. Такой метод обобщения, использованный ранее в работе авторов [1], позволяет приблизительно учесть изменение физических свойств с подогревом.

На фигуре приведена обобщенная вольт-амперная характеристика по результатам экспериментов. Опытным точкам на фигуре соответствовали следующие пары значений: G , г/сек и p_2 , мм рт. ст. при экспериментах: 1 (0.62, 760), 2 (0.82, 146—255), 3 (1.05, 752), 4 (1.03, 84—106), 5 (1.78, 745), 6 (1.65, 42—44).

С разбросом $\pm 12\%$ данные укладываются на зависимость [1]

$$\frac{Ud}{I} = 1 \cdot 10^4 \left(\frac{I^2}{Gd} \right)^{-3/4} R_d^{-0,5} \quad (1)$$

Здесь R_d — число Рейнольдса, I — ток дуги, G — расход газа, U — напряжение. Диапазон опытных данных охватывает значения

$$R_d \approx 4 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^4, \quad I^2/Gd \approx 0.3 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^5$$

Как видно, вольт-амперная характеристика в принятом обобщении инвариантна по отношению к диаметру.

Вывод, сделанный в работе [1] относительно влияния условия пробы на к. п. д., имел частный характер, так как учитывалось лишь изменение плотности газа. Эксперименты с плазмотронами различных диаметров позволили отчетливо оценить влияние этого фактора на формирование дуги. На фигуре приведена также зависимость $(1 - \eta)/\eta$ от комплекса $R_d \sqrt{K}$, где K — число Кнудсена.

Как видно, экспериментальные данные удовлетворительно обобщаются в такой системе координат. Однако более детальное рассмотрение показывает, что, видимо, имеется еще дополнительное слабое влияние линейного размера плазмотрона. Возможно,

$U, \text{ в}$	$I, \text{ а}$	$G, \text{ г/сек}$	$P_2, \text{ мм Hg}$	η	$T, ^\circ\text{K}$	$R_d 10^{-3}$	$K \cdot 10^4$	$d, \text{ см}$
28.6	24.2	0.63	760	0.44	1220	3.34	0.90	0.4
22.8	52.8	0.63	760	0.46	1990	2.51	1.60	
21.4	94.6	0.62	760	0.46	3180	1.88	2.67	
22.0	154.5	0.61	760	0.45	5140	1.28	4.88	
29.2	24.8	0.84	146	0.57	1230	4.37	4.95	
26.0	52.3	0.83	189	0.56	2060	3.22	5.92	
23.3	94.6	0.82	232	0.56	3060	2.56	7.70	
22.4	153.5*	0.80	255	0.55	6080	1.68	14.25	
34.3	33.6	1.04	752	0.37	1000	3.13	0.38	
29.3	74.6	1.05	752	0.37	1780	2.23	0.71	
27.4	125.0	1.05	752	0.37	2630	1.78	1.09	0.8
25.6	160.1	1.06	752	0.35	2880	1.71	1.20	
33.0	73.3	1.02	84	0.50	2580	1.75	9.37	
30.2	123.2	1.03	99	0.52	3920	1.36	13.00	
27.0	167.4	1.04	106	0.49	4410	1.24	14.50	
42.8	32.3	1.78	745	0.30	745	3.22	0.14	
36.5	65.4	1.78	745	0.30	1080	2.53	0.21	1.6
31.2	108.0	1.78	745	0.29	1330	2.21	0.28	
30.5	138.0	1.78	745	0.29	1630	2.00	0.33	
39.0	86.6	1.65	42	0.46	2100	1.58	7.70	
32.0	129.0	1.65	44	0.45	2470	1.46	8.56	
29.2	166.0	1.65	44	0.45	2820	1.34	10.00	

это обстоятельство связано с некоторыми нарушениями внутреннего геометрического подобия по положению электродных пятен и вихреобразованию в камере.

Физический смысл комплекса $R_d \sqrt{K}$ при ламинарном пограничном слое на стенках камеры плазмотрона пока не очень ясен. Формально это обстоятельство может, например, трактоваться как существование некоторого эффективного линейного масштаба $d^* = \sqrt{dA}$, где d — определяющий размер, A — средняя длина свободного пробега.

Тепловую характеристику исследованных плазмотронов с точностью $\pm 15\%$ можно представить выражением

$$(1 - \eta) / \eta = 7.2 (R_d \sqrt{K})^{-1/2} \quad (2)$$

На основании полученных зависимостей легко провести анализ влияния диаметра анода на тепловые потери для различных условий.

Поступила 20 XI 1966

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутателадзе С. С., Ребров А. К., Ярыгин В. Н. О влиянии конвективного теплообмена на характеристики плазмотрона. ПМТФ, 1967, № 1.

НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В СТАБИЛИЗИРОВАННОЙ ВИХРЕМ ДУГЕ

Г. Ю. Даутов, М. И. Сазонов

(Новосибирск)

Настоящая работа является продолжением [1] по измерению осевой составляющей напряженности электрического поля в дуге, стабилизированной вихревым потоком газа, и обобщению экспериментальных данных.

1. Экспериментальная установка, измерения и обобщение результатов. Измерения производились как при помощи секционированного канала, так и методом изменения межэлектродного расстояния. Методика проведения экспериментов описана в [1, 2]. На фиг. 1 приведена схема плазмотрона, на котором измерения производились при помощи секционированного канала. Его основными деталями являются охлаждаемые водой электроды m и s и изолированные друг от друга секции 0, 1, 2, ..., n . Воздух подавался через тангенциальные отверстия в кольце закрутки B , расположенном между электродом m и нулевой секцией. В экспериментах по измерению потенциалов секций электростатическим вольтметром они охлаждались воздухом. В этом случае напряженность электрического поля E определялась по наклону кривой распределе-