

УДК 537.523.5:621.791.75

ДАВЛЕНИЕ ИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РАЗРЯДНОГО ТОКА НА «ХОЛОДНЫЙ» КАТОД ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВАРОЧНОЙ ДУГИ

А. И. ЛЯПИН

Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Изучение природы давления, испытываемого электродами сварочной дуги, имеет научный и практический интерес. В данной работе рассматривается возникновение давления на катод под действием ионного тока. Ионы, ускоренные полем катодного падения потенциала, сталкиваясь с катодом, передают ему свой импульс, тем самым оказывая давление. Получим формулу для указанного давления и оценим его значение.

Ион получает от электрического поля в катодной области энергию, равную

$$W = e \cdot U_{\kappa}, \quad (1)$$

где e – заряд иона; U_{κ} – катодное падение потенциала.

Максимальный импульс p_1 , передаваемый ионом катоду, определяется следующим выражением:

$$p_1 = \sqrt{2 \cdot m_i \cdot e \cdot U_{\kappa}}, \quad (2)$$

где m_i – масса иона.

Умножив (2) на отношение плотности сварочного тока j_{δ} и заряда иона e и долю f ионного тока, получим выражение для давления, оказываемого на катод ионным током:

$$P = \sqrt{2 \cdot \frac{m_i}{e} \cdot U_{\kappa} \cdot j_{\delta} \cdot f}. \quad (3)$$

Выразив в (3) массу иона через произведение 1 а.е.м. и относительной атомной массы A :

$$m_i = 1 \text{ а.е.м.} \cdot A$$

и, учтя значения постоянных величин, окончательно получим формулу для искомого давления на катод:

$$P = \sqrt{2 \cdot 10^{-8} \cdot A \cdot U_{\kappa} \cdot j_{\delta} \cdot f}. \quad (4)$$

Используя ранее рассмотренные значения величин, входящих в (4), оценим максимальные давления, оказываемые на катоды из разных материалов. Исходные данные и результаты расчетов приведены в табл. 1.

Табл. 1. Исходные данные и рассчитанные значения давления

Катод	A	$U_k, \text{В}$	$j_0, 10^7 \cdot \text{А/м}^2$	f	$P, \text{Па}$
Al	27	13,5	1,5	0,38	7695
Ti	48	10,9	1,7	0,62	11489
Fe	56	12,4	2,0	0,52	12896
Ni	59	12	2,1	0,54	13608
Cu	64	11,9	2,0	0,45	10710

Для наглядности на рис. 1 результат расчета представлен в виде графика.



Рис.1. Давление ионного тока на катод сварочной дуги: 1 – Al-Al; 2 – Ti-Ti; 3 – Fe-Fe; 4 – Ni-Ni; 5 – Cu-Cu

На горизонтальной оси материалы катодов расположены в порядке возрастания относительной атомной массы. Однако из этого не следует, что график отражает однозначную зависимость давления от относительной атомной массы материала катода. Из формулы (4) видно, что определяемое давление зависит от четырех параметров. Полученный результат показывает, что «ионное давление» на катод сварочной дуги может достигать трети нормального значения атмосферного давления.

Следует отметить, что рассматриваемая сварочная дуга горит между расплавленными поверхностями электродов. При этом ионы нормально бомбардируют поверхность катода. Поэтому можно ожидать, что давление будет незначительно отличаться от рассчитанного максимального значения.