

УДК 621.793.7

Єршов А.В.<sup>1</sup>, Савонов Ю.М.<sup>2</sup>, Павлюк Є.О.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> студ. гр. ІФ-313 НУ «Запорізька політехніка»

### **СКЛАДОВІ ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ ПРИ НАГРІВАННІ ТА РОЗПИЛЮВАННІ ДРОТУ – АНОДА ПЛАЗМОТРОНА**

Плазмовий спосіб нанесення покриттів використовує електричний розряд для нагрівання напилюваного матеріалу до рідкого стану і перенесення його на оброблювану поверхню за допомогою потоку плазми.

Існує два способи подачі матеріалу покриття в плазмовий струмінь: подача порошку і подача та розпорошення суцільного або порошкового дроту. При подачі дроту його використовують як анод плазмотрона, що в кілька разів підвищує ефективність нагріву металу.

Стабільність процесу розпилення залежить саме від вибору оптимальної швидкості подачі дроту, при якій швидкість його нагріву та розпилювання співпадає із швидкістю подачі [1]. Характеристики нагріву дроту найбільш важливі у зоні густин струму  $(50 \dots 100) \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$ , яка досліджена недостатньо. Тому розвиток методу теплового балансу для дослідження взаємодії плазми з електродом є актуальним.

Метою роботи є розробка методу визначення складових теплового потоку при нагріванні та розпилюванні дроту – анода плазмотрона.

Густина теплового потоку на поверхні дроту знаходиться з урахуванням теплоти плавлення  $r$  та теплоти нагріву рідкої півки на поверхні дроту, яка залежить від різниці температур між поверхнею півки  $t_w$  та твердою поверхнею  $t_n$ :  $\Delta t_n = t_w - t_n$ :

$$q_0 = -\lambda \frac{dt}{dx} = \rho V(ct_n + r) + (q_w - q_n). \quad (1)$$

Загальна теплова потужність нагріву дроту визначиться

$$Q = G(ct_n + r) + Q_p, \quad (2)$$

де  $G = \rho VS = 1,06 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}$  витрати металу дроту;  $\rho, V, S$  – густина, швидкість подачі та площа поперечного перерізу дроту;  $Q_n = G(ct_n + r)$  – потужність, що йде на нагрів і плавлення дроту;  $Q_p$  – потужність нагріву рідкої півки на поверхні дроту, яка визначиться з урахуванням перегріву півки над температурою плавлення, у вигляді

$$Q_p = Gc \frac{2}{3} (t_w - t_n), \quad (3)$$

де  $\frac{2}{3} (t_w - t_n)$  – надлишкова середньомасова температура у півці.

Температура півки змінюється від температури плавлення  $t_n$  до температури поверхні  $t_w$ . Результати розрахунку складових теплового потоку і температури поверхні рідкого металу на торці електрода, з урахуванням зниження теплопровідності при плавленні металу, наведені в табл. 1.

Показано величину загальної потужності нагріву дроту  $Q$ , яка складається з  $Q_n = Gct_n$  – потужності, що йде на нагрів металу у твердій фазі,  $Q_n = Gr$  – потужності плавлення дроту та  $Q_p$  – потужності нагріву рідкої півки на поверхні дроту.

Таблиця 1 – Результати розрахунку складових теплового потоку і перегріву рідкого алюмінію на торці дроту діаметром 1,6 мм

$Q$ , Вт	$Q_r$ , Вт	$Q_{п}$ , Вт	$Q_p$ , Вт	$t_w - t_{п}$ , °C
1508	626	421	461	729

При виміряній на мікрошліфі зразка плівки металу товщиною  $\delta=0,1$  мм, зміна температури по товщині плівки становить  $(t_w - t_{п}) = 729$  К. Температура поверхні плівки значно нижче температури кипіння алюмінію, що дозволяє не враховувати теплоту випаровування в балансі енергії. Показано, що 30% енергії витрачається на перегрів рідкої плівки до середньомасової температури потоку рідкого металу, яка складає 486 градусів вище температури плавлення. Густина теплового потоку з плазми становить  $q_0 = 6,50 \cdot 10^8$  Вт/м<sup>2</sup>. Густина струму на площині розплаву, дорівнює  $j=0,732 \cdot 10^8$  А/м<sup>2</sup>. Отримані характеристики теплоперенесення можуть бути використані для діагностики дугової плазми у прианодній зоні розряду.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kharlamov M.YU. Nahrivannya i plavlennya provoloky – anoda pry plazmenno-duhovom napyleni / M.YU. Kharlamov, Y.V. Kryvtsun, V.N.Korzhyk, S.V. Petrov // Avtomatycheskaya svarka. – 2011. – №5 –S. 5 – 11.