

В.Д. Кузнецов, д.т.н., проф.

Д.В. Степанов

А.А. Карпенко

*Національний технічний університет України "КПІ"*

## ЗНИЖЕННЯ ТЕПЛОВНЕСЕННЯ В ОСНОВНИЙ МЕТАЛ ПРИ АРГОНОДУГОВОМУ НАПЛАВЛЕННІ

*Розглянуто питання зниження тепло внесення в основний метал при аргонодуговому наплавленні*

**Вступ.** До робочих поверхонь деталей машин і конструкцій, залежно від умов експлуатації, висуваються певні вимоги щодо функціональних властивостей (зносоустійкості, жаростійкості, корозійної стійкості та ін.). Саме властивості поверхонь і визначають експлуатаційну надійність деталей машин і конструкцій, що надається нанесенням покриттів, зокрема, наплавленням

Існують певні вимоги щодо ефективного застосування наплавлення. Наприклад, при дугових способах основною вимогою є мінімізація частки основного металу в наплавленому, що дає можливість отримувати задану композицію металу і, відповідно, потрібні властивості поверхні вже у перших наплавлених шарах.

**Мета роботи** – дослідження ефективності аргонодугового наплавлення з перерозподілом теплової потужності дуги при відновленні поверхонь тонкостінних деталей і деталей лезового типу.

**Основна частина.** Досліджували аргонодугове наплавлення з присадним дротом за технологічною схемою, що передбачає перерозподіл тепла дуги змінами співвідношень струмів, що встановлюються між електродом і основою та електродом і присадним дротом. в зоні горіння дуги. Струм у колі «електрод – присадковий дріт» забезпечує плавлення металу присадкового дроту, що йде на формування наплавленого валика, а струм у колі «електрод – присадковий дріт» забезпечує нагрів і проплавлення основного металу.

Співвідношення струмів встановлювали за результатами теоретичного аналізу на базі рівнянь Н.Н. Рикалина. Якщо виразити витрати енергії через масу розплавленого металу присадкового дроту та тепловміст крапель розплавленого металу присадкового дроту, а прихід – по закону Джоуля-Ленця, то отримаємо вираз:

$$M_{нд}H_{нд} = U_{п}I_{п}t + U_{в}I_{в}t \quad (1)$$

де  $U_{\Pi}$ ,  $U_{В}$  – падіння напруги на торці присадкового дроту та на вильоті відповідно;  $I_1$  – струм в колі «електрод – присадковий дріт»;  $M_{\text{пд}}$  – маса розплавленого металу присадкового дроту;  $H_{\text{пд}}$  – тепловміст крапель розплавленого металу;  $t$  – тривалість наплавлення.

Маса розплавленого металу присадкового дроту  $M_{\text{пд}}$  виражається через його площу поперечного перетину  $F_{\text{пд}}$ , довжину вильоту  $L_s$  та густини металу  $\gamma_{\text{пд}}$ :

$$M_{\text{пд}} = F_{\text{пд}} L_s \gamma_{\text{пд}} \quad (2)$$

Лінійна швидкість плавлення, тобто й швидкість подачі присадкового дроту  $V_{\text{п}}$ , розраховується за формулою:

$$V_{\text{п}} = (U_{\Pi} + U_{В}) \frac{I_1}{H_{\text{пд}} F_{\text{пд}} \gamma_{\text{пд}}} \quad (3)$$

Площа зона плавлення, яка утворюється при плавленні основного металу, завдяки нагріванню струмом у колі «електрод – виріб», виражається як:

$$F_{\text{пр}} = \frac{I_2 U_3 \epsilon_3 t}{V_{\text{н}} H_{\text{ом}} \gamma_{\text{ом}}} \quad (4)$$

де  $I_2$  – струм у колі «електрод – виріб»;  $U$  – напруга на дузі;  $\eta_{\epsilon}$  – ефективний ККД процесу нагріву основного металу;  $\eta_t$  – термічний ККД процесу проплавлення;  $\gamma_{\text{ом}}$  – густина основного металу.

Перетворюючи формулу (4) отримаємо вираз для визначення швидкості наплавлення:

$$V_{\text{н}} = \frac{I_2 U_3 \epsilon_3 t}{F_{\text{пр}} H_{\text{ом}} \gamma_{\text{ом}}} \quad (5)$$

Наступне співвідношення визначає швидкість подачі присадкового дроту та швидкість наплавлення:

$$V_{\text{н}} = V_{\text{п}} \frac{F_{\text{пр}}}{F_{\text{н}}} \quad (6)$$

Використавши вирази (3), (4), (6) отримуємо співвідношення струмів у колах «електрод – присадковий дріт» та «електрод – виріб», при яких формується наплавлений валик із встановленими площами наплавлення та проплавлення основного металу:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U z_e z_t H_{\text{пд}} \Gamma_{\text{пд}} F_{\text{н}}}{(U_{\text{п}} + U_{\text{в}}) H_{\text{ом}} \Gamma_{\text{ом}} F_{\text{пр}}} \quad (7)$$

Вважаючи, що  $U = U_{\text{п}} + U_{\text{в}}$ , остаточно отримаємо:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{H_{\text{пд}} z_e z_t \Gamma_{\text{пд}} F_{\text{н}}}{H_{\text{ом}} \Gamma_{\text{ом}} F_{\text{пр}}} \quad (8)$$

По залежності (8) проведені відповідні розрахунки співвідношення площ наплавленого металу  $F_{\text{н}}$  та проплавленого  $F_{\text{п}}$  від струмів плавлення присадкового дроту  $I_1$  та плавлення основного металу  $I_2$ .

З метою перевірки теоретичних розрахунків проводили випробування на зразках з вуглецевого матеріалу товщиною 2 мм із аустенітної сталі 12X18Н10Т, що дозволяло імітувати умови корозійностійкого наплавлення. Крім того, пластини такого розміру схильні до деформування при дії теплової енергії дуги, що дозволяє оцінювати ефективність процесу наплавлення з точки зору його впливу на базові розміри деталі. Умови випробування:  $V_{\text{н}} = 5 \dots 10$  мм/с;  $V_{\text{п}} = 3 \dots 5,5$  мм/с;  $I_1 = 50 \dots 60$  А;  $I_2 = 50$  А;  $U = 13 \dots 15$  В;  $L_{\text{в}} = 15$  мм.

Як приклад, на рис. 1 наведені зразки валиків, що наплавлені на кромку (рис. 1, а) та а тонку пластину (рис. 1, б) за схемою перерозподілу теплової потужності дуги між основою та присадним дротом і свідчать про практичну відсутність зони проплавлення.

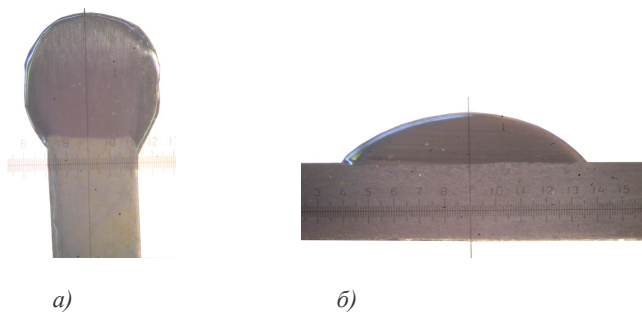


Рис. 1. Форми валиків, що наплавлені на кромку (а) та на пластину (б)

**Висновки.** Таким чином технологічна схема наплавлення з перерозподілом теплової потужності дуги дозволяє мінімізувати проплав-

лення основного металу, а встановлені залежності – призначати співвідношення струмі для різних умов наплавлення матеріалів.

КУЗНЕЦОВ В.Д. – доктор технічних наук, професор Національного технічного університету України „КП”.

Наукові інтереси:

- обробка матеріалів в машинобудуванні.

СТЕПАНОВ Д.В., Національний технічний університет України „КП”.

Наукові інтереси:

- процеси різання.

КАРПЕНКО А.А., Національний технічний університет України „КП”.

Наукові інтереси:

- обробка матеріалів в машинобудуванні.

Подано 17.09.2009