

на знехтувати, розглянувши лише розгін, усталений рух і гальмування поршня. У протилежному випадку потрібно визначати тривалість завершального періоду і розрахувати початкові умови для зворотного ходу штока ПЦ наведеним вище методом.

1. Крутиков Г.А., Кудрявцев А.И. Торможение пневмоприводов автоматических манипуляторов с большой инерционной нагрузкой // Вестник машиностроения. 1984. № 9. С.20—23. 2. Филиппов И.Б. Тормозные устройства пневмоприводов. Л., 1987. 3. Крейнин Г.В., Кривц И.Л., Солнцева К.С. и др. Позиционный пневматический привод линейного перемещения // Машиноведение. 1986. № 2. С.42—48. 4. Белянин П.Н. Промышленные роботы и их применение: Робототехника для машиностроения. М., 1983. 5. Герц Е.В. Динамика пневматических систем М., 1985. 6. Соломенцев Ю.М., Жуков К.П., Павлов Ю.А. и др. Промышленные роботы в машиностроении: Альбом схем и чертежей / Под ред. Ю.М.Соломенцева. М., 1987. 7. Кіндрацький Б.И. Пневматический модуль с позиционной системой управления — конструкция и расчет // Proc. of the 11-th Conference on the Problems of Engineering Machines Development. Vol.2. Gliwice—Zakopane. 1998. P.181—188. 8. Кіндрацький Б.И., Бервещький Г.Ю. Вплив тертя у кінематичних парах пневмопривідного модуля на його динамічні характеристики // Вісн. ДУ "Львівська політехніка". 1998. № 354. С.10—14. 9. Кіндрацький Б.И. Пневмопривідні системи у робототехніці. Розрахунок і конструювання // Матеріали 2-го Міжнар. симп. укр. інженерів-механіків у Львові. Львів, 1996. С.16—19.

УДК 621.791.92

**Коцюбинський І.С., Палаш В.М.**

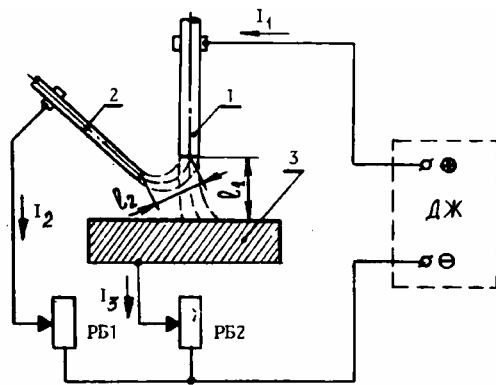
ДУ "Львівська політехніка", кафедра обладнання  
та технології зварювального виробництва

## **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОЧАТКОВОЇ ДІЛЯНКИ ВАЛИКА ПРИ ДВОДУГОВОМУ НАПЛАВЛЕННІ ДРОТЯНИМИ ЕЛЕКТРОДАМИ**

© Коцюбинський І.С., Палаш В.М., 2000

**Запропоновано метод наплавлення початкової ділянки валика при автоматичному дводуговому наплавленні поверхонь деталей машин дротяними електродами під флюсом, який дає змогу підвищити якість початкової ділянки за рахунок регульованого зменшення частки основного металу у наплавленому.**

Відновлення деталей машин, а також нанесення на них напиленням шарів металів із спеціальними властивостями не завжди можливе через брак електродних стрічок потрібного хімічного складу. У той же час при традиційному одnodуговому наплавленні електродним дротом продуктивність процесу недостатня, а головне, має місце досить значне проплавлення основного металу – частка його у валиках становить 30...60 %, що спричиняє необхідність багатозарового нанесення покриття.



**Рис.1.** Схема зварювального ланцюга при дводуговому наплавленні (ДДН):

1 – основний електрод; 2 – додатковий електрод;  
3 – основний метал (виріб);

$I_1, I_2, I_3$  – струми, які протікають відповідно через основний і додатковий електроди та основний метал;  
ДЖ – джерело живлення; РБ – баластний реостат;  
 $l_1$  і  $l_2$  – довжина основної та доторкневої дуги

недопустимої величини його частки у наплавленому валику – до 50 %. Аналіз осцилограм струмів, які протікають через електроди і основний метал, дав можливість виявити природу цього явища. На початку процесу основний електрод закорочується на виріб (основний метал). У результаті протікання струму короткого замикання відбувається вибухоподібне розплавлення основного і додаткового електродних дротів. При цьому утворюється таке співвідношення віддалей між електродними дротами, коли виникає і певний час існує дуга тільки між основним електродом та основним металом, через яку протікає весь струм. Наслідком цього є значне проплавлення основного металу.

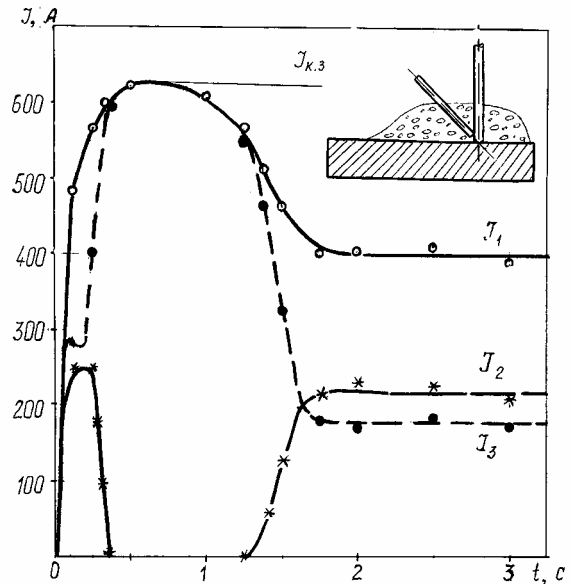
Усе це відбувається доти, поки додатковий електрод не підійде до зони плавлення і не сформується доторкнева дуга. При появі доторкневої дуги, струм основної дуги зменшується, оскільки відбувається його перерозподіл між основною дугою і доторкневою. Система з двох дуг стабілізується і виходить на оптимальний режим (рис.2).

Підвищення якості початкової ділянки валика було досягнуто активним перерозподілом тепловкладення зварювальних дуг у металеву ванну основного металу [2].

Це стало можливим при замиканні основного електрода перед процесом наплавлення не на пряму з виробом, а через додатковий електрод, однополярний з виробом. У цьому ви-

При дводуговому наплавленні (ДДН), коли у зону горіння дуги вводиться додатковий електрод протилежного потенціалу (рис.1), проплавлення здатність дуги зменшується і в результаті частка основного металу у наплавленому валику може становити усього 5...10 %, що дає змогу вже у першому шарі отримувати покриття з необхідними фізико-хімічними властивостями [1].

Проведені дослідження показали, що дводугове наплавлення не забезпечує необхідної якості початкової ділянки валиків, яка може мати довжину 10...30 мм. На цій ділянці має місце збільшення пропалення основного металу, що призводить до



**Рис.2.** Графік перерозподілу струмів при ДДН без регулювання початку процесу і замикання основного електрода безпосередньо на виріб

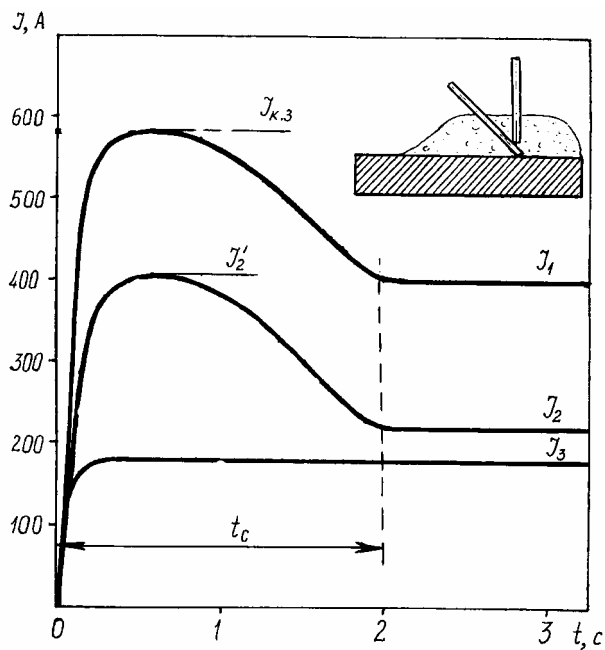
падку на початку процесу наплавлення, розплавлений метал додаткового електрода грає роль прошарку, який захищає основний метал від збільшеного проплавлення. Також цей прийом дає змогу збільшити відстань між торцем основного електрода і виробом, який в момент утворення основної дуги робить її довжину  $l_1$  вже заданою. Це сприяє зменшенню струму і тиску дуги на початку процесу наплавлення і, внаслідок цього, меншому проплавленню основного металу.

Підвищення якості початкової ділянки валика забезпечується також примусовим перерозподілом тепловкладання зварювальних дуг на розплавлення основного металу і плавлення дротяних електродів за рахунок збільшення струму доторкневої дуги і зменшення, внаслідок цього, струму дуги прямої дії.

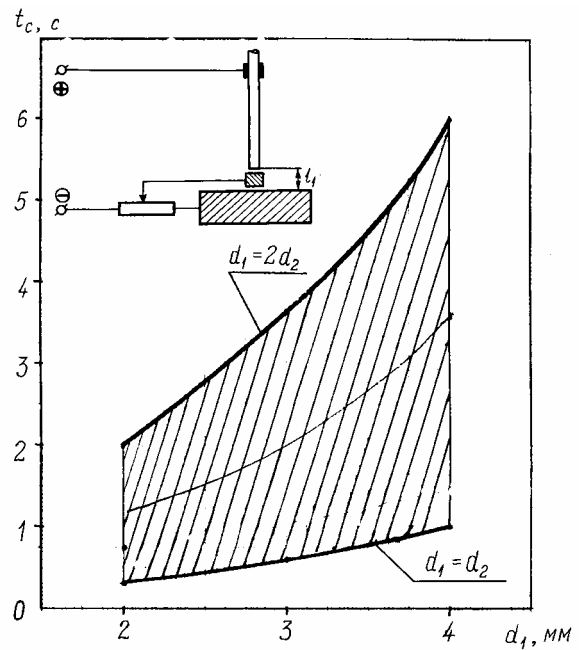
Величина струму, який протікає через доторкневий електрод на початку процесу, дорівнює

$$I_2' = I_{к.з.} - I_3, \quad (1)$$

де  $I_2'$  – струм на додатковому електроді на початку наплавлення;  $I_{к.з.}$  – струм короткого замикання;  $I_3$  – струм, який протікає через виріб.



**Рис.3.** Графік перерозподілу струмів при ДДН з регулюванням початку процесу наплавлення і замикання основного електрода на виріб через додатковий електрод



**Рис.4.** Залежність часу стабілізації  $t_c \rightarrow t_c$  від діаметра основного електрода  $d_1$  і співвідношення  $d_1/d_2$

Після часу стабілізації  $t_c$  з початку процесу наплавлення струм, який протікає через додатковий електрод, зменшується до номінального  $I_2$  (рис.3). Під час проведення експериментів було встановлено, що із збільшенням діаметра основного дроту  $d_1$  зростання  $t_c$  відбувалося при збільшенні різниці діаметрів електродних дротів, тобто найбільший вплив на час стабілізації  $t_c$  має співвідношення діаметрів електродних дротів основного та додат-

кового електродів (рис.4). Залежність часу стабілізації від діаметрів електродів виражено співвідношенням:

$$t_c = k \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^2, \quad (2)$$

де величина безрозмірного коефіцієнта  $k$  визначена експериментально і відповідає даним, при:

$$d_1 = 2 \text{ мм}, \quad k = 0,3 - 0,5$$

$$d_1 = 3 \text{ мм}, \quad k = 0,6 - 0,9$$

$$d_1 = 4 \text{ мм}, \quad k = 1,0 - 1,5.$$

При ДДН необхідно використовувати електродні дроти, співвідношення діаметрів яких відповідає умові  $1 \leq \frac{d_1}{d_2} \leq 2$ . Використання додаткового дроту, діаметр якого більший

від діаметра основного дроту, призводить до переважного горіння доторкневої дуги. Використання додаткового дроту, діаметр якого менший від  $d_1/2$  недоцільне, оскільки зменшуються переваги ДДН – підвищення продуктивності наплавлення і зменшення частки участі основного металу у наплавленому.

**Висновки.** З'ясовано, що під час початку процесу наплавлення характерного вибухоподібного утворення основної дуги, інколи з повним обгорянням електродного вильоту основного дроту, не спостерігалось. Зник такий нерегульований фактор, як зусилля підтискання основного електродного дроту до виробу при замиканні на виріб. Плоскопаралельний контакт основного електрода з виробом змінився на точково-доторкневий з додатковим електродом.

Поздовжній макрошліф початкової ділянки валика показав, що глибина проплавлення не збільшена, зона термічного впливу (ЗТВ) зменшилась, дещо збільшена висота наплавлення за рахунок збільшення швидкості подачі додаткового дроту.

1. А. с. 1660885 Україна. Спосіб дводугового наплавлення / І.С.Коцюбинський та ін. Заявл. 03.07.89; Опубл. 1991, Бюл. № 25. 2. А. с. 1704974 Україна. Спосіб дводугового наплавлення / І.С.Коцюбинський та ін. Заявл. 08.12.89; Опубл. 1992. Бюл. № 2.

УДК 621.793