

УДК 621.791.9

І.Ф. Василенко, доц., канд. техн. наук, І.В. Шепеленко, доц., канд. техн. наук,
М.В. Красота, доц., канд. техн. наук*Кіровоградський національний технічний університет*

Електричний опір порошкового дроту при формуванні покриття контактним наварюванням

При контактному наварюванні внаслідок деформування та нагрівання порошкового дроту змінюється співвідношення між площами поперечного перерізу порошкового матеріалу і оболонки, що впливає на ефективність і кінематику нагрівання присадного матеріалу та приконтактного об'єму деталі. З метою виявлення процесів, що визначають нагрівання присадного матеріалу при контактному наварюванні, теоретично досліджено зміну електричного опору оболонки та порошкового осердя дроту методом кластерних компонентів. Інформація про електричний опір порошкового дроту дає можливість теоретичного визначення режимів контактної наварювання композиційних покриттів з використанням у якості присадного матеріалу порошкових дротів.

контактне наварювання, порошковий дріт, порошкова частинка, кластерний компонент

Контактне наварювання – один з різновидів зварювання металів тиском. Процес контактної наварювання здійснюється пластичним деформуванням присадного матеріалу, нагрітого спільно з матеріалом деталі у зоні деформації імпульсами електричного струму. Найбільш технологічними матеріалами для контактної наварювання композиційних покриттів є заздалегідь сформовані матеріали, серед яких особливий інтерес викликають порошкові дроти.

В процесі контактної наварювання електричний струм проходить спочатку у металевій оболонці, нагріваючи її до певної температури. Частина тепла від оболонки відводиться у порошок матеріалу, нагріваючи його та підвищуючи пластичність. При цьому спостерігається ущільнення порошку та зниження його електричного опору.

З метою виявлення процесів, що визначають нагрівання присадного матеріалу при контактному наварюванні, слід дослідити зміну електричного опору як оболонки, так і порошкового осердя дроту.

При контактному наварюванні внаслідок деформування та нагрівання порошкового дроту змінюється співвідношення між площами поперечного перерізу порошкового матеріалу $S_{п}$ і оболонки $S_{об}$, що впливає на ефективність і кінематику нагрівання присадного матеріалу і приконтактного об'єму деталі. При цьому змінюються як механічні, так і електричні параметри матеріалу.

Розглянемо електроопір недеформованої оболонки з елементом перерізу

$$dS = adx, \quad (1)$$

де a — товщина оболонки порошкового дроту;

а також електропровідність оболонки

$$d\lambda_{об} = \frac{dS}{\rho_{об} l_k}, \quad (2)$$

де $\rho_{об}$ — питомий опір матеріалу оболонки порошкового дроту,

l_k — довжина контактної площинки.

Після інтегрування одержимо, що опір недеформованої оболонки дорівнює

$$R_{об} = \frac{\rho_{об} l_{\kappa}}{\pi a (d - a)}, \quad (3)$$

тут d — діаметр дроту.

Під час контактного наварювання вираз для опору оболонки з урахуванням деформації матиме вигляд

$$R_{\delta}^{об} = \frac{\rho_{об} \cdot l'_{\kappa}}{2a_{\delta} (b - 2a_{\delta} + h)}, \quad (4)$$

де l'_{κ} — довжина контактної площинки деформованого дроту;

b — ширина валика дроту після деформування;

a_{δ} — товщина оболонки дроту після деформування;

h — товщина валика дроту після деформації.

Порівняємо праві частини рівностей (3) і (4), врахувавши коефіцієнт деформації

$$K_{\delta} = \frac{l_{\kappa}}{l'_{\kappa}} = \frac{a}{a_{\delta}}, \text{ маємо, що опір оболонки після деформування різко збільшується}$$

$$R_{\delta}^{об} \gg R_{об}. \quad (5)$$

Це означає, що струм у процесі деформації проходить переважно по осердю порошкового дроту, що є умовою необхідного ущільнення порошкового осердя дроту та його спікання.

Таким чином, контактне наварювання порошкових дротів забезпечує спікання порошку, розміщеного в осерді дроту, і одержання якісного покриття.

Використання контактного наварювання порошкових дротів для одержання композиційних покриттів має ряд переваг у порівнянні з контактним наварюванням інших присадних матеріалів.

Оболонка дроту дозволяє попередньо ущільнювати порошковий матеріал, запобігає викиданню феромагнітного порошку із зони деформації під дією електромагнітних сил та окисленню порошкового матеріалу під час спікання, створює сприятливий напружений стан при деформуванні. Крім цього, оболонка захищає ролик-електрод від контактування з порошковою сумішшю, яка містить частинки високої твердості, що підвищує стійкість електродів, а також виконує функцію технологічного прошарку між поверхнею відновлюваної деталі та порошковим матеріалом. Підбиранням матеріалу оболонки, а також використанням фізико-хімічних властивостей порошку і металу деталі реалізується можливість зниження залишкових напружень у зварювальному з'єднанні та підвищення міцності з'єднання як між оболонкою й основним металом, так і між порошковим матеріалом і оболонкою.

Складніше визначити опір порошкового осердя дроту, оскільки ми не знаємо, як розташовуються частинки порошку. Оцінити опір осердя можна, використовуючи метод кластерних компонентів [1]. При цьому ми припускаємо, що порошкові частинки мають сферичну форму, а аналіз структурних утворень (кластерних компонентів), на які можна умовно розбити порошкове осердя, несе інформацію про властивості системи в цілому.

Якщо кластерний компонент має конфігурацію (рис. 1), для якої характерна максимальна щільність і мінімальна пористість, то електричний опір конфігурації визначиться за виразом

$$R_{конф} = \frac{3R_1 R_2 + R_1^2}{2R_2 + R_1}, \quad (6)$$

а електричний опір осердя порошкового дроту відповідно дорівнюватиме

$$R_{nop} = \frac{l_{\kappa} h}{(d_2 + 2d_1)^2} \frac{3R_1 R_2 + R_1^2}{2R_2 + R_1}, \quad (7)$$

де R_1, R_2 — електричні опори відповідно залізного та неметалевого порошку;
а d_1, d_2 — діаметри частинок залізного та неметалевого порошку.

Якщо конфігурація аналогічна, але R_1 і R_2 міняються місцями, то

$$R_{конф} = \frac{3R_1 R_2 + R_2^2}{R_2 + R_1} \quad (8)$$

$$R_{nop} = \frac{l_{\kappa} h}{(d_1 + 2d_2)^2} \frac{3R_1 R_2 + R_2^2}{R_2 + R_1} \quad (9)$$

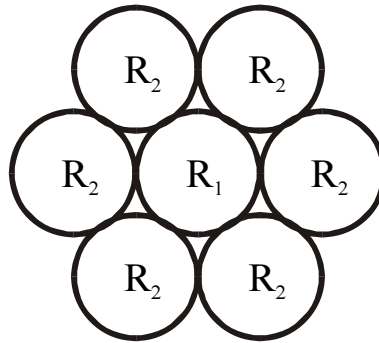


Рисунок 1 — Кластерний компонент, що відображає гексагональну щільну упаковку частинок

Якщо кластерний компонент має конфігурацію (рис. 2), то відповідно електричний опір конфігурації та порошкового осердя дорівнюють:

$$R_{конф} = \frac{3R_1 R_2}{3R_1 + 4R_2}, \quad (10)$$

$$R_{nop} = \frac{hl_{\kappa}}{(d_2 + d_1)^2} \frac{3R_1 R_2}{2(3R_1 + 4R_2)}. \quad (11)$$

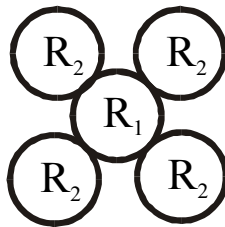


Рисунок 2 — Кластерний компонент, що відображає об'ємно-центровану кубічну упаковку частинок

Якщо конфігурація аналогічна, але компоненти міняються місцями, то опір порошкового осердя визначається за виразом:

$$R_{nop} = \frac{hl_{\kappa}}{(d_2 + d_1)^2} \frac{3R_1 R_2}{2(3R_2 + 4R_1)}. \quad (12)$$

У випадку, якщо кластерний компонент має вигляд, зображений на рис. 3, електричні опори відповідно дорівнюють:

$$R_{конф} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}; \quad (13)$$

$$R_{nop} = \frac{hl_{\kappa}}{2d_1(2d_1 + d_2)} \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}. \quad (14)$$

При зміні місць частинок у осерді

$$R_{nop} = \frac{hl_{\kappa}}{2d_1(2d_2 + d_1)} \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (15)$$

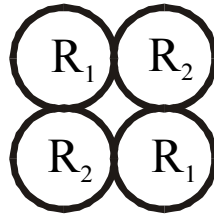


Рисунок 3 — Кластерний компонент, що відображає просту кубічну упаковку частинок

Розглядаючи електричні опори можливих кластерних компонентів, а також проводячи їх усереднення, можна оцінити електричний опір осердя порошкового дроту за виразом

$$R_{nop} = \frac{l_{\kappa} h}{(\alpha_1 d_1 + \alpha_2 d_2)^2} \cdot (\alpha_1 R_1 + \alpha_2 R_2), \quad (16)$$

де α_1 , α_2 — коефіцієнти залежні від питомого вмісту матеріалів осердя порошкового дроту.

Інформація про електричний опір порошкового дроту дає можливість теоретичного визначення режимів контактної наварювання композиційних покриттів, зокрема сили зварювального струму, з використанням у якості присадного матеріалу порошкових дротів.

Список літератури

1. Бабушкин Г. А. Металлические композиты/ Бабушкин Г. А., Буланов В. Я., Синицкий И. А.— Свердловск: УНУ АН СССР, 1987.— 312 с.

И. Василенко, И. Шепеленко, М. Красота

Электрическое сопротивление порошковой проволоки при формировании покрытия контактной наваркой

При контактной наварке вследствие деформации и нагревания порошковой проволоки изменяется соотношение между площадями поперечного сечения порошкового материала и оболочки, что влияет на эффективность и кинематику нагревания присадочного материала, а также приконтактного объёма детали. С целью выявления процессов, определяющих нагревание присадочного материала при контактной наварке, теоретически исследовано изменение электрического сопротивления оболочки и порошкового сердечника проволоки методом кластерных компонентов. Информация об электрическом сопротивлении порошковой проволоки дает возможность теоретического определения режимов контактной наварки композиционных покрытий с использованием в качестве присадочного материала порошковых проволок.

I. Vasylenko, I. Shepelenko, M. Krasota

The electrical resistance of the flux-cored wire for forming the coating welded contact

At the pin welding on because of deformation and heating of powder-like wire a betweenness changes by the areas of cross-sectional of powder-like material of i shell, that influences on efficiency and kinematics of heating of doped material and приконтактного volume of detail. With the purpose of exposure of processes, qualificatory heating of doped material at the pin welding on, in theory the change of electric resistance of shell and powder-like mandrel of wire is investigational the method of cluster components. Information about electric resistance of powder-like wire gives an opportunity of theoretical determination of the modes of the pin welding on of composition coverages with using as doped material of powder-like wires.

Одержано 19.03.12