

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛЕННЯ СТРУМУ У ЗВАРЮВАЛЬНІЙ ТОЧЦІ ПРИ КОНТАКТНОМУ НАВАРЮВАННІ

М.В. Красота, канд. техн. наук, доц.,

Р.А. Осін, канд. техн. наук, доц.,

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Контактне наварювання є одним з найбільш продуктивних і економічних способів нанесення покриттів. При контактному наварюванні використовують, в основному, два типи матеріалів – компактні (дроти, стрічки) та порошкові.

Якість наварюванні покриттів з компактних матеріалів забезпечується виконанням повного технологічного циклу, що складається з окремих операцій: попереднього стискування матеріалу електродами машини, нагріванням металу з утворенням литої зони, і охолодження з'єднання після наварювання.

При наварюванні покриттів з компактних матеріалів за рахунок притискання їх електродами відбувається контакт на границі деталей-покриття окремими мікроступами. При недотриманні режимів наварювання може спостерігатися їх розплавлення при проходженні електричного струму, що приводить до виплесків і порушення процесу наварювання.

При контактному наварюванні покриттів з компактних матеріалів на вуглецеві сталі в метали спостерігаються фазові і структурні зміни, розвиваються місцеві пластичні деформації і напруження. Властивості навареного покриття залежать від умов нагрівання і охолодження. Швидкість охолодження зварної точки може досягати значних величин $(0,6...12,5) \cdot 10^3$ К/с [1]. Висока швидкість кристалізації приводить до утворення стовпчастих кристалів, що знижують механічні властивості металу [1]. Схема кристалізації має істотний вплив на концентрацію деформацій в металі шва і температурному інтервалі ламкості, на пластичність і хімічну неоднорідність зварного з'єднання.

При проходженні в компактному матеріалі змінного струму спостерігається явище поверхневого ефекту, що приводить до зміни густини струму від периферії до центру поперечного перетину провідника. Ця зміна тим більша, чим вища частота струму і більший діаметр провідника.

При збільшенні товщини покриття спостерігається криволінійна залежність зміни електричного потенціалу. Таким чином, при нанесенні покриттів зростаюча неоднорідність електричного поля — головна причина отримання шарів з нерівномірними фізико-механічними властивостями. При цьому, концентрація дефектів в покриттях (пори, окисні включення і т.д.) відбуватиметься в зонах, де густина струму найменша, тобто безпосередньо в місцях викривлення ліній струму.

Характер тепловиділення при контактному наварюванні компактних матеріалів визначається електричним полем в зварюваних деталях і електродах.

Електричне поле — сукупність потенціалів або густини струму в різних точках зварюваних деталей в різні моменти часу. При наварюванні покриттів з компактних матеріалів характерне нерівномірне електричне поле, що пов'язано з дією геометричного, температурного і магнітоелектричного чинників.

Геометричний чинник обумовлений тим, що розміри електричних контактів, як правило, набагато менші розмірів деталей, а також явищем шунтування струму.

Поле густини струму залежить від абсолютних значень потенціалів і електричних опорів деталей і електродів. Найбільша густина струму досягається поблизу границь контактів в результаті розтікання струму в електродах і деталях.

Характер поля залежить також від геометричних розмірів електроду, розташування в ньому охолоджувального каналу. Температурний чинник проявляється в обтіканні струмом більш нагрітих ділянок з'єднання, що відрізняються підвищеним опором, в умовах нерівномірного температурного поля і поля електричних опорів.

Наявність криволінійної залежності розподілу електричного потенціалу при наварюванні порошків з урахуванням особливостей охолодження деталі і тепловідведення в електроди створює градієнт температури в зоні наварювання покриття [3-5].

Нагрівання металевого порошку, так як і електродного дроту, визначається одночасно протікаючими процесами виділення тепла (за законом Джоуля-Ленца) і його поширення (теплопередачею).

Однак, якщо розглядати загальну картину тепловиділення не в суцільній масі металу, а в міжчастинкових контактах металевого порошку і в безпосередній близькості від них, то необхідно мати на увазі ряд самостійних і незалежних один від одного осередків тепловиділення [3, 4]: у зоні контакту, де відбувається викривлення ліній електричного струму; за рахунок електричного опору мікровиступів, безпосередньо створюючих контакт; у природних окисних плівках; теплота Пельтье (для випадку використання постійного електричного струму) по межах плівок з металом або по кордонах рідкого металу з твердим, або по кордонах різнорідних металів

Електричний опір порошкового шару при контактному наварюванні — величина змінна, залежна в загальному випадку від температури і тиску процесу. Із зростанням температури пластична деформація частинок порошкового матеріалу приводить до збільшення їх контактних майданчиків, руйнування поверхневих плівок і зниження пористості порошкового шару.

Враховуючи незначний час нагрівання (0,02...0,04с), що характеризується тривалістю пропускання імпульсів електричного струму, можна передбачити, що стабільність тепловиділення в порошковому шарі задаватиметься початковим електроопором. Цей легкоконтрольований параметр характеризує термонавантаження наварювання, визначаючи максимальне значення струму.

При здійсненні процесу наварювання якісне покриття (у якому відсутні ділянки проплавлення, пори і т. д.) досягається лише в тому випадку, якщо шар порошкової шихти має низький і стабільний по перетину початковий електроопір і гарну ущільнюваність при малому тиску пресування (40...70 МПа).

Використання порошкових матеріалів з високим питомим електроопором приводить до зниження електропровідності порошкового, дестабілізації процесу наварювання порошку, що виявляється в утворенні локальних зон нагрівання і виплеску частини металу у вигляді крапель. В результаті цього явища спостерігається зниження міцності зчеплення наварених покриттів. Покриття формується неоднорідним, з великою кількістю дефектів. Різко збільшується зношування електродів, що відбувається, в основному, за рахунок ерозійного руйнування робочої поверхні і налипання на неї розплавленого металу.

На центральній ділянці порошок має максимальну щільність і мінімальний електроопір, що обумовлює проходження через нього електричного струму (струму наварювання). На активному опорі цієї ділянки відбувається виділення тепла. Окисні плівки на границі шару порошку й поверхні деталі завдяки їх високому електроопору повністю розплавляються. Твердість, густина і міцність зчеплення покриття в центральній зоні максимальні. У граничних областях поверхня деталі і порошковий шар нагріваються за рахунок теплопередачі від зони центральної зони. Міцність зчеплення і твердість шару тут знижуються, відмічається низька щільність і велика кількість окисних плівок. Ці ділянки при експлуатації можуть викришуватися.

Висновки. При контактному наварюванні як компактних матеріалів так і порошкових має місце неоднорідність електричного поля в одиничній зварювальній точці. Природа і характер цієї нерівномірності для різних типів зварювальних матеріалів різна. Неоднорідність електричних полів приводить до зниження якості покриттів, отриманих

наварюванням, внаслідок нерівномірного нагрівання. Таким чином розробка технологічних прийомів та методів усунення або зниження неоднорідності електричних полів при контактному наварюванні є актуальною проблемою.

Список літератури

1. Ярошевич В.К. Электроконтактное упрочнение/ Ярошевич В.К., Генкин Я.С., Верещагин В.А. – Минск: Наука и техника, 1982, 256 с.
2. Дорожкин Н.Н. Получение покрытий методом припекания. – Минск: Наука и техника, 1980, - 176 с.
3. Красота М.В. Дослідження впливу параметрів циліндричних електродів на формування покриттів при контактному наварюванні порошків/Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник/ Красота М.В., А.М. Артюхов, І.В. Шепеленко, В.О. Дубовик.// Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 40, частина. I - Кіровоград, КНТУ, 2010, с. 179-185
4. Лопата Л.А. Поєднання процесів електроконтактного припикання порошків і теплового пластичного деформування/ Лопата Л.А., Красота М.В.//Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів. – Київ, НТУ, 2001. – вип. 12, с. 79-86.
5. М.В.Красота. Теоретико-експериментальні дослідження параметрів електроконтактного наварювання порошків/ М.В.Красота, І.М. Соколенко, І.В. Шепеленко.//Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. КДТУ, 2004, Вип. 34, 1 с. 225.