

ВПЛИВ ІМПУЛЬСНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ДІЙ НА ПОРИСТІСТЬ ШВІВ

Анотація

Наведені результати експериментальних досліджень впливу зовнішніх електромагнітних дій на основі імпульсних магнітних полів на рівень пористості швів. Встановлені закономірності і запропоновані механізми зменшення пористості швів. Зроблена оцінка ефективності застосування цих імпульсних дій.

Abstract

The article contains analysis of the results of technological experiments which have influence on effect of electromagnetic actions generated by pulsed magnetic fields for the level of weld porosity. Relations for welded joints' geometrical parameters were determined and mechanisms of their control were developed. Efficiency of pulsed field application was analysed.

Вступ

Одним з критеріїв оцінки якості зварних з'єднань є пористість. Поява даного дефекту пов'язана із збагаченням розплаву зварювальної ванни газами і їх виділенням в процесі кристалізації на міжфазній границі. При зварюванні плавким електродом газонасичення металу відбувається на стадії утворення крапель електродного дроту [1]. Технологічних методів, що ґрунтуються на введенні до складу зварювальних дротів хімічно активних елементів, часто недостатньо для вирішення цієї проблеми. При цьому поліпшення якості швів можливе спільним використанням технологічних заходів і зовнішніх імпульсних дій, які дозволяють керувати гідродинамікою ванни і процесом перенесення електродного металу.

Постановка задачі

При дуговому зварюванні плавким електродом застосування зовнішніх електромагнітних дій, які ґрунтуються на використанні імпульсних аксіальних магнітних полів, дозволяють керувати процесом перенесення електродного металу [2]. При цьому відбуваються значні позитивні зміни і в процесах формування швів при зварюванні у різних просторових положеннях [3]. Так при збільшенні площі поверхні дзеркала ванни та підвищенні теплопере-

дачі внаслідок збільшення частоти переносу крапель слід очікувати позитивних змін в процесі дегазації розплаву і, як наслідок, зменшення рівня пористості швів.

Виходячи із зазначеного, метою даної роботи є визначення технологічних можливостей імпульсних електромагнітних дій (ЕМД) щодо зменшення рівня пористості швів при дуговому зварюванні плавким електродом.

Результати досліджень

Експериментальні дослідження здійснювали при дуговому зварюванні плавким електродом у нижньому положенні. Проплавляли зразки із сталі СтЗкп на режимі: $I_{зв}=160$ А; $U_d=24$ В. Використовували зварювальний дріт діаметром 1,2 мм, виліт електрода становив 15 мм.

Оцінку впливу імпульсних ЕМД на рівень пористості здійснювали аналізом мікроструктур шліфів, оскільки метод гідростатичного зважування не дозволяє визначити глибину залягання порожнин, їх розмірів та кількості. Для достовірності результатів зварний шов довжиною 100 мм розділяли на 4 рівні частини з яких і виготовлювали шліфи. Рівень пористості оцінювали в об'ємах швів, близьких до їх повздовжньої осі. Для можливості здійснення аналізу щодо глибини локалізації пор, досліджувану зону, розділяли на ділянки за схемою, наведеною на рис. 1.

Розміри пор та їх кількість на кожній з ділянок визначали в процесі металографічного аналізу дослідних зразків.

Виявлено (рис. 1), що в умовах експериментів застосування імпульсних електромагнітних дій повністю пористість швів не усуває. Однак, використання ЕМД суттєво зменшує розміри пор та змінює зони їх локалізації. Рівень пористості оцінювали коефіцієнтом ΔS , який чисельно дорівнює відношенню суми площ пор на певній ділянці (S_p) до її загальної площі (S_d).

$$\Delta S = \frac{\sum S_p}{S_d}$$

Встановлено що найбільший рівень пористості мають ділянки в прикореневій зоні шву. У цих об'ємах зафіксовано розташування великих пор діаметром до 20 мкм, які внаслідок малого часу існування зварювальної ванни і особливостей кристалізації, не встигають спливати на поверхню. Засто-

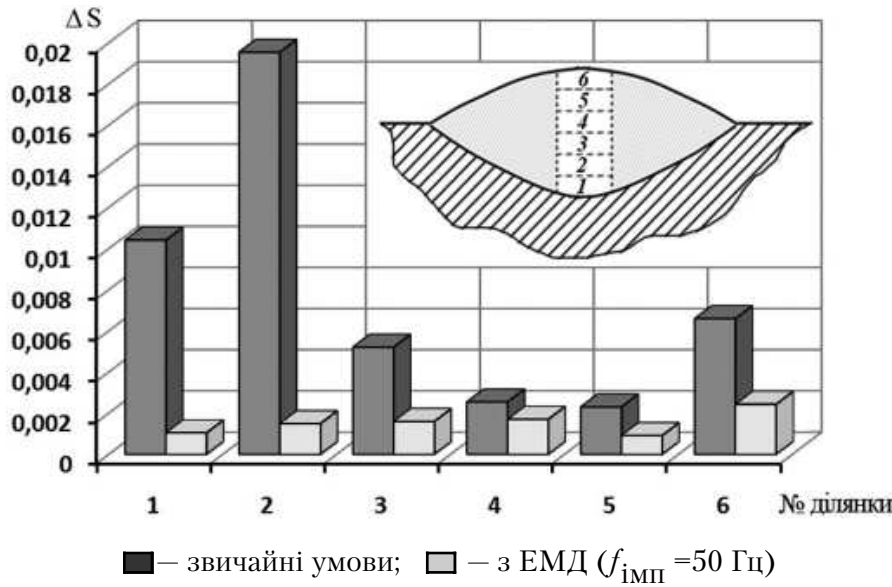


Рис. 1. Рівень пористості на різних ділянках поперечного перерізу шва

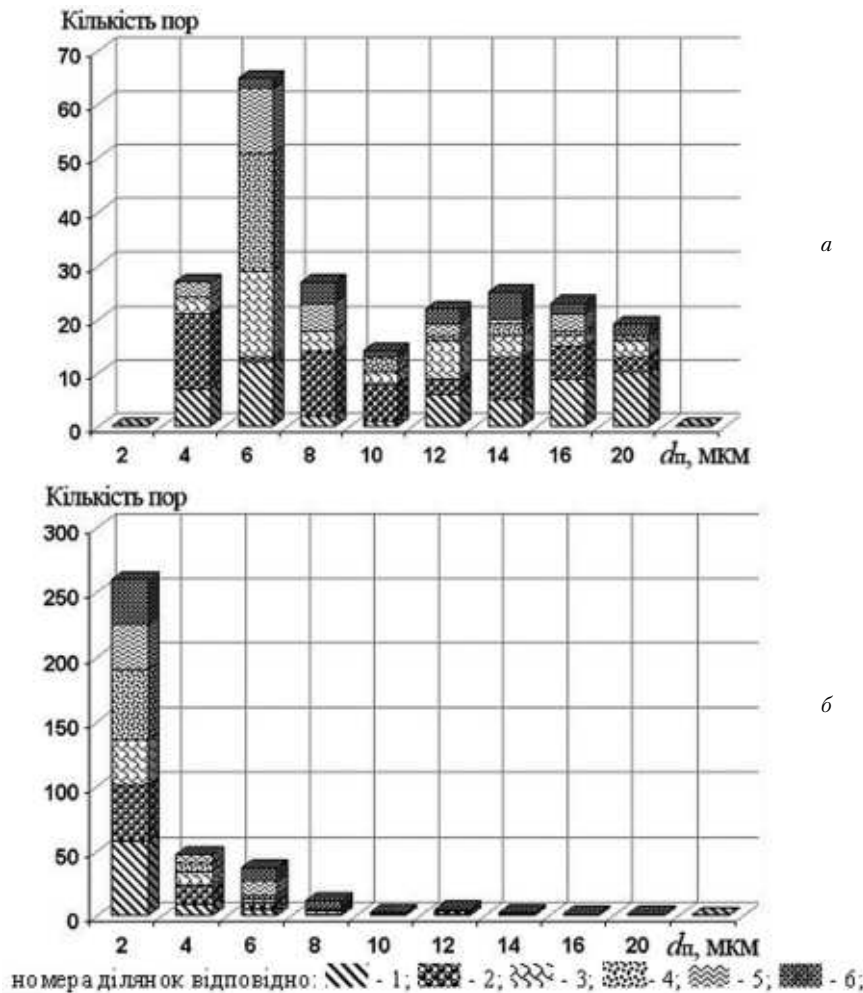


Рис. 2. Розподіли розмірів пор на різних ділянках шва відповідно у звичайних умовах (а) і з імпульсними ЕМД (б)

сування імпульсних електромагнітних дій при зварюванні зменшує рівень пористості на цих ділянках на 90%. Це відбувається через зниження кількості пор великого розміру, діаметр яких більший за 12 мкм (рис. 2). Крім того, зростає кількість дрібних пор, сумарний об'єм яких незначний, а їх середній діаметр зменшується з 8 до 2 мкм. Вони, на відміну від швів, одержаних зварюванням у звичайних умовах, рівномірно розташовані по всіх ділянках шва.

При зварюванні з ЕМД крупних пор діаметром більше 12 мкм на ділянках біля кореня шва не виявлено. Проте спостерігається їх поява на 6 ділянці (рис. 1). Однак для експлуатаційної надійності зварних конструкцій локалізація пор біля поверхні шва не є критичною. У порівнянні з звичайними умовами зварювання рівень пористості (ΔS) і загальна кількість пор зменшується на 63%.

Зниження пористості при застосуванні імпульсних ЕМД пояснюється сумісною дією таких чинників. Перший – електромагнітні дії на краплі рідкого металу сприяють зменшенню насиченню їх газами, через скорочення часу їх існування на торці електрода.

Другий – застосування електромагнітних дій призводить до збільшення частоти перенесення крапель, що спричинює зміни теплового балансу енергії в системі дуга – краплі електродного металу – ванна [2]. Унаслідок цього відбувається збільшення площі дзеркала ванни і значна частина пор встигає спливати на її поверхню. Ті, що залишилися, більш рівномірно, ніж у звичайних умовах, заповнюють переріз швів. При цьому у верхній частині

швів пор завжди більше ніж у кореневій. Це також свідчить про сприяння ЕМД зменшенню пористості швів.

Таким чином, застосування імпульсних ЕМД при дуговому зварюванні плавким електродом дозволяють ефективно впливати на процеси дегазації швів, що проявляється у зменшенні сумарного об'єму пор, їх розмірів, кількості і глибини локалізації.

Висновки

1. При дуговому зварюванні плавким електродом застосування імпульсних ЕМД дозволяє не тільки керувати процесом масопереносу та параметрами формування швів у різних просторових положеннях, але й суттєво зменшувати рівень пористості швів.

2. Застосування імпульсних електромагнітних дій при зварюванні зменшує рівень пористості на 90% у прикореневій зоні і на 63% біля поверхні швів. При цьому відбувається зниження кількості пор великого розміру, діаметр яких більший за 12 мкм і поліпшуються умови дегазації спричинені збільшенням площі дзеркала ванни.

3. Подальші роботи щодо застосування імпульсних електромагнітних дій при дуговому зварюванні доцільно спрямовувати на виявлення закономірностей процесів кристалізації розплаву з метою поліпшення механічних властивостей з'єднань.

Література

1. Гапченко М.Н. Пористость сварных швов и меры борьбы с ней / Гапченко М.Н., Футер И.Е. — Гостехиздат УССР, 74 с.

2. Сидоренко П.Ю. Использование импульсных электромагнитных воздействий для управления процессом переноса электродного металла при дуговой сварке / Сидоренко П.Ю., Рыжов Р.Н. — Автоматическая сварка. — 2010. — № 6. — С. 52–53.

3. Сидоренко П.Ю. Влияние импульсных электромагнитных действий на параметры формирования швов при зварюванні у різних просторових положеннях / Сидоренко П.Ю., Рижов Р.М., Керосір О.В. — Обработка материалов у машинобудуванні. — 2010. — С. 70 — 73.