

УДК 621.791.12

Болотов Г.П., докт. техн. наук, професор
Болотов М.Г., канд. техн. наук, доцент
Руденко М.М., ст. викладач
Гречка В.В., аспірант

Національний університет «Чернігівська політехніка», bolotovgp@gmail.com

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДИФУЗІЙНОГО ЗВАРЮВАННЯ У ТЛІЮЧОМУ РОЗРЯДІ

Перспективним способом з'єднання матеріалів у однорідних та різнорідних сполученнях є дифузійне зварювання, що здійснюється у твердому стані при температурах, нижчих температури їх плавлення. Однак, широка номенклатура таких з'єднань, як за формою, так і за матеріалами, пред'являє до джерел енергії комплекс вимог технічного та технологічного характеру. Це призвело до застосування у дифузійному зварюванні широкого кола джерел різної фізичної природи. Одним з таких джерел є тліючий розряд, що горить в газовому середовищі при тисках газу нижче атмосферного.

Попередніми дослідженнями встановлено, що основні режими дифузійного зварювання в тліючому розряді – температура, зусилля стискання, час зварювання, аналогічні режимам, що застосовуються при найбільш поширеному дифузійному зварюванні у вакуумі. Однак, інше джерело нагріву, наявність газового середовища вносять свої особливості в технологію процесу зварювання.

Технологічні особливості зварювання в тліючому розряді розглядали на прикладі з'єднання зразків зі сталі 45. Зварювання здійснювали при напрузі на розряді 300...600 В і тиску газу в робочій камері 5,32...13,3 кПа у окислювальному, нейтральному та відновлювальному середовищі. Визначено, що кращі механічні властивості мають з'єднання, отримані при зварюванні у нейтральній та відновлювальній атмосфері аргону або водню. Руйнування зразків здійснювалось по основному металу. При зварюванні в окислювальній атмосфері (вуглекислий газ) міцність з'єднань нижче, руйнування при механічних випробуваннях здійснювалось по зоні стику із локальними виривами основного металу.

Дослідження впливу температури нагріву здійснювали у нейтральній атмосфері. Встановлено, що оптимальний діапазон температур, що забезпечує максимальну міцність з'єднання, знаходиться у межах 1273...1473 К.

Дослідження залежності міцності з'єднання від зусилля стискання зразків показали, що починаючи з тиску 15 МПа зварне з'єднання стає рівноміцним основному металу. Вочевидь, такий тиск є достатнім для забезпечення істинного контакту зварюваних поверхонь по всій площі.

При наявності щільного контакту між чистими поверхнями міцність зварного з'єднання залежить від фізико-хімічних процесів, що протікають у стику, зокрема, від процесів дифузії. Ступінь повноти протікання цих процесів залежить від їх інтенсивності і тривалості. Із збільшенням часу зварювання до 6 хвилин міцність з'єднання поступово зростає. Подальше збільшення часу зварювання практично не впливає на механічні характеристики з'єднання. Вочевидь, дифузійні процеси в зоні контакту зразків, що протікають протягом 6 хвилин, забезпечують, при інших вказаних умовах, отримання монолітного зварного з'єднання, рівноміцного основному металу. Якщо вуглецеві сталі можна якісно зварювати у тліючому розряді, що горить у середовищі нейтральних газів, то для отримання рівноміцного з'єднання виробів з нержавіючих сталей, жароміцних та тугоплавких сплавів необхідна відновлювальна атмосфера, що перешкоджає появі оксидних плівок на зварюваних поверхнях в процесі нагріву.