

УДК 621.791.75 : 621.791.72

¹Дмитро Вайц, ¹Владислав Хаскін, ²Володимир Лазебний, ²Віктор Співак

¹Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона НАН України, Україна

²НТУУ «Київський Політехнічний Інститут», Україна

КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДУГИ ПРИ ГІБРИДНОМУ ЛАЗЕРНО-ДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ

Dmitryi Vayitc, Vladyslav Khaskin, Vladimir Lasebni, Viktor Spivak

CONTROL PARAMETERS ARC IN HYBRID LASER-ARC WELDING

В останні роки все більша кількість спеціалістів зі зварювання приходить до висновку щодо перспективності суміщення лазерного випромінювання із електричною дугою у зварювальних процесах (наприклад, [1, 2]). Це дозволяє частково замінити потужність лазерного випромінювання потужністю дугового джерела енергії при одночасному збереженні таких характерних для лазерного зварювання переваг, як високі швидкості процесу і його термічна локальність. Процеси, в яких водночас сполучають дію лазерного випромінювання із дією електричної дуги на метал, звуться гібридними. Було встановлено, що для гібридного зварювання сталей можливою є заміна 1 кВт лазерного випромінювання 1 кВт потужності дуги плавкого електроду для товщин до 4 мм і приблизно двома кіловатами потужності дуги для товщин понад 5 мм [2].

Як показали дослідження (зокрема, [2]), глибина провару при гібридному зварюванні і якість з'єднань, що утворюються в результаті, у багатьом залежать від резонансних явищ, які виникають при співпаданні частот автоколивання утвореного лазерним випромінюванням парогазового каналу і частот крапельного перенесення рідкого електродного металу під впливом електричної дуги плавкого електроду. Це означає, що для усунення загрози утворення внутрішніх пор, підвищення глибини провару, покращення формування верхнього і нижнього валиків підсилення шву необхідно певним чином синхронізувати дію лазерного випромінювання і електричної дуги. Простіш за все це зробити шляхом введення імпульсної модуляції обох енергетичних джерел та наступного підбору частот і форм імпульсів.

В даній роботі пропонується застосування адаптивного контролю за змінами енергетичних параметрів технологічного процесу шляхом реєстрації їх миттєвих значень: струму дуги, напруги на дузі, енергії, що витрачається на плавлення і перенос кожної краплі електродного металу. Завдяки наявності зворотних зв'язків в такій електродинамічній системі забезпечується повний контроль за стабільністю теплових і енергетичних параметрів процесу, а також за характеристиками масопереносу електродного металу, що забезпечує одержання потрібних показників [3]. При цьому лазерне випромінювання динамічно модулюється таким чином, щоб кожної миті відповідати частоті перенесення крапель рідкого електродного металу дуговим джерелом. Оскільки, як правило, ці частоти не співпадають згідно фізичній суті обох процесів (лазерні частоти є значно вищими), нами запропоновано введення певного кратного коефіцієнту масштабування. Наприклад, частота лазерних імпульсів повинна на порядок (в 10 разів) перевищувати частоту перенесення рідких крапель металу.

Для реалізації вищесказаного пропонується наступне. Функціональна схема системи керування дозованою подачі електроенергії під час дугового зварювання металів повинна містити енергетичний напівпровідниковий перетворювач (НП), систему керування параметрами перетворювача (СК), зварювальну дугову установку (ЗДУ), телевізійний датчик (ТД), формувач імпульсів (ФІ) керування перетворювачем, фільтр нижніх частот (ФНЧ) та процесор обробки технологічних параметрів (ПОТП). Реалізація способу дозованої подачі електроенергії до зварювальної області під час дугового зварювання металів передбачає фільтрування зображення розплавленого дугою електроду, обробку відеосигналу зображення телевізійного датчика методами внутрішньо кадрової та між кадрової обробки. Далі відеосигнал телевізійної лінії перетворюється в сигнал постійної напруги, що плавно зростає. Коли амплітуда

цього сигналу співпадає із наперед заданим сигналом настройки, що відповідає максимальній ширини краплі, ПОТП формує сигнал керування. З виходу ПОТП сформований сигнал керування через систему автоматичного керування формує імпульс, призначений для зменшення (або модуляції) потужності електроенергії, тобто струму напівпровідникового перетворювача. Таким чином здійснюється керування частотою переносу крапель електродного металу. Водночас із описаним процесом сигнал від ПОТП дублюється для подачі на блок управління частотою лазерних імпульсів. В цьому блоку частота формування імпульсів багато підвищується завдяки використанню коефіцієнта масштабування (наприклад, десятикратно підвищується). В результаті частоти лазерного випромінювання і масопереносу електродного металу під дією електричної дуги синхронізуються із певним масштабним коефіцієнтом.

В даний час ведуться дослідження з розробки технології застосування телевізійної системи керування процесом дугового зварювання в стаціонарних умовах. Успішне рішення поставлених задач дозволить суттєво покращити якісні показники зварних конструкцій різного призначення.

Література

1. TIG or MIG arc augmented laser welding of thick mild steel plate / J. Matsuda, A. Utsumi, M. Katsumura, et al. // *Joining and Materials*. - 1988. - Vol. 1, No. 1. -P. 31-34.
2. Гибридная сварка излучением CO₂-лазера и дугой плавящегося электрода в углекислом газе / В.Д.Шелягин, В.Ю.Хаскин, В.П.Гаращук и др. // *Автомат. сварка*. – 2002. - №10 – С. 38-41.
3. Система автоматичного керування дозованої подачі електроенергії під час дугового зварювання металів / С.В. Борцов, Д.В. Вайц, В.М. Співак // *Матеріали І міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»*.– Чернігів: Чернігівський державний технологічний університет, 2011.– С.125-126.