

Аналіз можливостей покращення енергоефективності процесу розмірної обробки дугою

Г.В. Савеленко, Ю.О. Єрмолаєв

Кіровоградський національний технічний університет

Розмірна обробка дугою (РОД) відбувається при горінні стаціонарної електричної дуги між електродом-інструментом (ЕІ) та електродом заготовкою (ЕЗ) в поперечному потоці технологічної рідини, що прокачується зі швидкістю, достатньою для відведення продуктів електроерозії з міжелектродного проміжку (МЕП).

Ефективність процесу РОД характеризується продуктивністю обробки і залежить від кількості теплової енергії, що витрачається на електроерозію деталі. Електричну дугу можна представити як суму самостійно діючих трьох джерел тепла в анодній області, катодній області і стовпі дуги [1]:

$$P = P_k + P_c + P_a, \quad (1)$$

де P_k – теплова потужність катодної області дуги, Вт; P_c – теплова потужність стовпа дуги, Вт. P_a – теплова потужність анодної області дуги, Вт;

Енергетичний баланс дуги в умовах РОД наводимо на рис. 1. При РОД не вся енергія джерела дуги, що надходить від зварювального трансформатора, перетворюється на тепло і вводиться в заготовку. Як показано на рис. 1, енергія джерела, без врахування витрат у провідниках, які підводять її до електроерозійної головки, розподіляється на три нерівномірні частини, що відповідають катодній зоні (30 – 35 %), анодній зоні (35 – 45 %) і зоні горіння стовпа дуги (30 – 25 %) [1, 2].

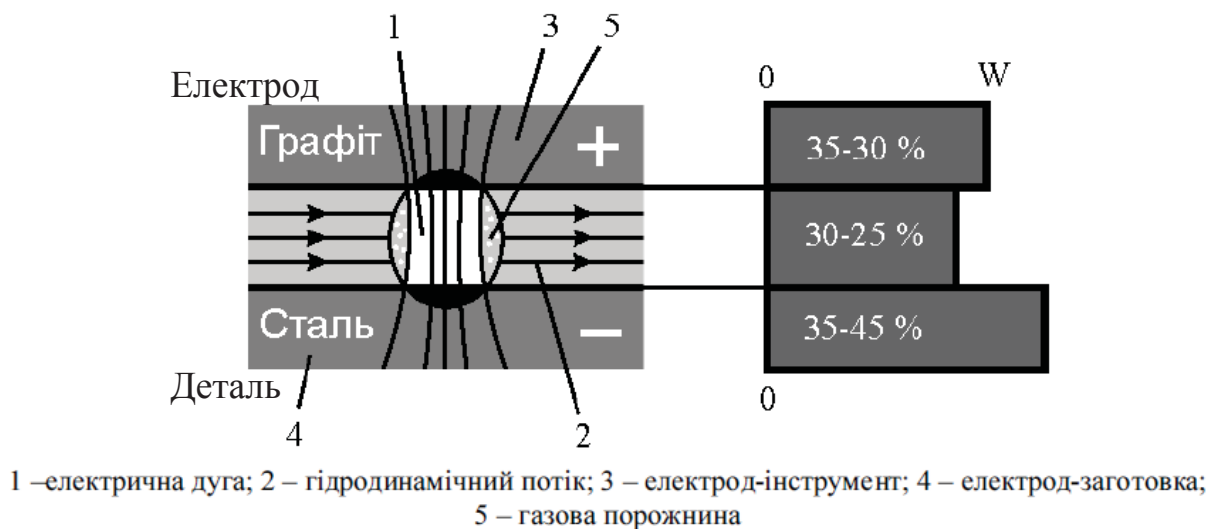


Рис. 1. Енергетичний баланс дуги в умовах РОД

Анодна і катодна зони мають по відношенню до зони горіння стовпа дуги дуже малі (близько 10^{-5} см) фіксовані зони, розмір (ширина) яких не змінюється в процесі стабільного горіння дуги.

В роботах [1, 2] обґрунтовані параметри величин при яких відбувається горіння дуги процесу РОД. Параметр падіння напруги дуги (для матеріалу ЕІ-

графіт типу МПГ-7, ЕЗ-сталь) знаходиться в межах 15...50 В (враховуючи, що сума напруг падіння дуги в анодній і катодній зонах, для вищезначеного матеріалу ЕІ та ЕЗ складає 10...20 В, а напруга зони стовпа дуги складає 5...30 В).

При зменшенні падіння напруги зони стовпа дуги, зменшується і рівень стабільності процесу, але збільшується кількість тепла, що виділяється в анодній і катодній зонах. Порушення стабільності процесу пояснюється збільшенням дуг (імпульсів) короткого замикання через продукти ерозії, що відводяться з МЕП. Збільшення кількості тепла в катодній і анодній зонах пояснюється його перерозподілом: зменшенням втрат в зоні стовпа дуги за рахунок зменшення довжини дуги і, відповідно, втрат на підтримання стовпа дуги та втрат на розсіювання тепла в середовищі технологічної рідини, що прокачується в МЕП.

В існуючих на даний час САК процесом РОД величина довжини дуги L і, відповідно, падіння напруги дуги $U_{\text{дуги}}$, при якій виконується її стабілізація, визначається оператором-верстатником, виходячи з його професійного досвіду. Стабілізація параметрів РОД відбувається за рахунок зміни швидкості подачі ЕІ і контролю за тиском технологічної рідини на вході в МЕП. Оператор-верстатник на протязі всього часу операції обробки деталі повинен спостерігати за значенням параметрів РОД (напруга дуги, струм дуги, тиск технологічної рідини на вході в МЕП), а в разі необхідності - корегувати їх та контролювати глибину обробки деталі.

Тому дуже складно підібрати значення падіння напруги дуги $U_{\text{дуги}}$, при якій довжина стовпа дуги буде мінімальною при збереженні заданого рівня стабільності процесу, а при обробці поверхонь фасонним електродом це майже неможливо. Доповнення існуючої САК автоматичною підсистемою, яка буде визначати мінімальне значення довжини стовпа дуги по напрузі падіння дуги в МЕП, при якій зберігається заданий рівень стабільності процесу РОД, і є резервом для збільшення продуктивності обробки деталі і зменшення енергомісткості операції. Особливо це актуально при автоматичному підтриманні такого квазіоптимального процесу на протязі всього часу обробки деталі.

Запропонований підхід дозволяє вибрати компромісний оптимальний режим як по якості керування, так і з точки зору раціонального використання електроенергії, однак, для реалізації такого керування необхідно застосувати математичні закони керування мікропроцесорним командним пристроєм, отримання яких в динамічно змінних умовах роботи процесу РОД є досить складним завданням.

Література

1. Боков В. М. Оброблюваність матеріалів електричною дугою: монографія / В. М. Боков, О. Ф. Сіса ; Кіровоград. нац. техн. ун-т. - Кіровоград : Імекс, 2013. - 172 с.

2. Носуленко В. І. Розмірна обробка металів електричною дугою: Дис. д-ра техн. наук: 05.03.07 / Носуленко Віктор Іванович – Кіровоград, 1998. – 389 с.