

УДК 621.791.75.01

Косенко П.О., Жданов Л.А., Коваленко В.Л.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". Україна, Київ

УСТАНОВКА ДЛЯ ІМІТАЦІЇ ПРОЦЕСУ РУЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ШТУЧНИМИ ЕЛЕКТРОДАМИ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ДУГОВИХ ПРОЦЕСІВ**Анотація**

Однією з проблем, яка вирішується в роботі є виключення людського чинника в дослідженнях зварювальних матеріалів (штучних електродів) при визначенні стабільності існування дугового розряду, еластичності дуги і пов'язаних з цими параметрами промислових характеристик електродів. У роботі розроблена оригінальна методика визначення стабільності процесу ручної зварки електроду штучними електродами.

Abstract

One of problems which dares to eat in-process with exclusion of the human factor in explorations of welding materials (piece electrodes) at definition of stability existence of an arc discharge, elasticity of an arc and the industrial performances of electrodes connected to these parameters. The original technique of definition of stability of process of a manual arc welding is in-process developed by piece electrodes.

Вступ

Обсяг застосування тих чи інших зварювальних матеріалів, особливо при ручному дуговому зварюванні невідповідальних конструкцій, у великій мірі залежить від легкості виникнення (підпалу) дугового розряду та стабільності його існування. Ці два поняття, зазвичай, об'єднують в один параметр — "стабільність процесу зварювання". У той же час застосування тих чи інших марок штучних електродів одного класу визначається в основному легкістю підпалу дуги у широкому інтервалі режимів та еластичністю дуги, тобто можливістю збереження наявності дугового розряду при зміні його довжини. Особливо важливо для режимів зварювання, які характеризуються низьким вкладенням енергії, тобто малими значеннями стуму та напруги.

Існуючі методики оцінки стабільності процесу зварювання

В даний час існує безліч методик для оцінки стабільності існування (горіння) дугового розряду при зварюванні [1–10]. Умовно їх можна розділити на методики, в яких оцінюються геометричні

характеристики дугового розряду і методики, що визначають його енергетичні (електричні) параметри. Необхідно відзначити, що останні дозволяють аналізувати фізичні процеси, що супроводжують процес існування дугового розряду.

Найбільш вдалою і розповсюдженою методикою, яка дозволяє зв'язати стабільність дугового розряду з його геометричними характеристиками, є методика академіка К.К. Хренова для визначення розривної довжини дуги [1].

Сутність методики К.К. Хренова визначення розривної довжини дуги полягає в тому, що випробуваний електрод закріплюється вертикально в штативі на відстані 2 мм від пластини основного металу. Після установки електрода включають зварювальний струм і запалюють дугу, замкнувши на мить електрод на пластину вугільним стрижнем із загостреним кінцем.

Дузї дають горіти до природного обриву, який відбувається внаслідок зростання її довжини по мірі плавлення електрода. Після обриву дуги відключають живлення і вимірюють відстань між кінцем електрода і наплавленою ділянкою на пластині за допомогою металевої лінійки. Вимірювання у такий спосіб відстань служить числовою характеристикою стійкості дуги. Всі умови випробувань підтримуються строго сталими. Відхилення окремих вимірюваних значень від середнього складає $\pm 20\%$ [1], що є досить істотною похибкою. Тому випробування вимагають багаторазового повторення.

Значно підвищити точність визначення розривної довжини дуги можна за рахунок деяких удосконалень, оснований на виключенні впливу факторів, що прямо не відносяться до процесу існування дугового розряду, але справляють на нього істотний вплив. До таких параметрів відносяться:

- наявність нерухокої зварювальної ванни на поверхні пластини основного металу;
- досить значна початкова відстань між електродом і пластиною;
- вплив емісії електронів з кінця вугільного електрода при підпалі дуги.

Вплив першого фактора пояснюється наявністю вторинної емісії електронів з поверхні зварювальної ванни, що при описаній схемі є змінною величиною, яка змінюється лінійно в залежності

від довжини дуги і нелінійно в залежності від попадання крапель у зварювальну ванну. Крім цього, сама наявність наплавленої ділянки на пластині вносить істотні похибки при вимірі розривної довжини дуги. Наявність значної початкової відстані між електродом і пластиною (2 мм), викликано також утворенням зварювальної ванни на пластині. При меншій відстані дуга зникає внаслідок того, що дуговий проміжок замикається краплею електродного металу (електрод проплавляється до пластини).

Неконтрольований початковий процес іонізації викликаний впливом емісії електронів з кінця вугільного електрода при підпалі дуги на довжині 2 мм (при розривній довжині 3...15 мм) пов'язаний з великою початковою довжиною дугового проміжку.

Виключення впливу вторинної емісії електронів з поверхні зварювальної ванни на результати вимірів може бути досягнуте при наплавленні на масивну мідну пластину, коли через підвищений тепловідвід зварювальна ванна не утворюється. Одночасно відстань між електродом і пластиною може бути зменшена до мінімально можливого значення, порядку 1 мм. Попередньо проведені експерименти показали, що помилка виміру розривної довжини дуги в цьому випадку на перевищує 10%. Мінімальна відстань між електродом і пластиною виключає вплив умов підпалу на подальший процес існування дуги.

У той же час у даній модифікації методики існує істотний недолік, пов'язаний зі зникненням самої зварювальної ванни, що призводить до порушення самої фізичної схеми зварювання.

Розробка комплексної методики оцінки стабільності дугового розряду при ручному електродуговому зварюванні

Технологічність використання тих чи інших електродів при зварюванні багато в чому визначається процесом утворення дугового розряду і можливістю його існування при використанні максимально широкої гами режимів. Тому методика оцінки стабільності дуги при зварюванні покритими штучними електродами повинна максимально відображати всі процеси, що супроводжують утворення й існування дугового розряду в цих специфічних умовах.

До основних процесів, які необхідно враховувати при ручному дуговому зварюванні плавким електродом, відносяться:

- механізм підпалу дугового розряду;
- умови виконання шва зварником;
- наявність зварювальної ванни;
- характеристики джерела живлення.

Механізм підпалу дугового розряду. При ручному дуговому зварюванні дуга може збуджуватися двома прийомами:

- короткочасним торканням електродом основного металу з наступним відводом його перпендикулярно вгору;

- "чирканням" торця електрода по основному металу, з утворенням множинних короткочасних коротких замикань. Другий спосіб більш технологічніший і застосовується частіше.

Умови виконання шва зварником.

У процесі зварювання електроду надається рух у трьох напрямках. Перше — поступальне в напрямку осі електрода для компенсації його плавлення. Друге — переміщення електрода вздовж осі шва. Третє — переміщення електрода поперек шва для забезпечення необхідної ширини шва. Траєкторія руху кінця електрода в поперечному напрямку може змінюватися в залежності від техніки виконання шва.

У реальних умовах при проведенні зварювання завжди існує вертикальна складових коливань електрода пов'язана з "людським фактором". У загальному випадку вважається, що нормальна довжина дуги (L_d) може складати 0,5...1,1 діаметра електрода (d_e).

Наявність зварювальної ванни. Зварювальна ванна при зварюванні повинна відповідати процесу плавлення електрода.

Установка для проведення випробувань електродів.

Нами була сконструйована і виготовлена спеціальна установка, що дозволяє здійснювати коливання електрода з необхідною амплітудою і частотою, а також, при необхідності, здійснювати його вертикальне переміщення (рис. 1).

Установка складається з:

- обертача (5), який дозволяє переміщувати основний метал у даному випадку вал (6) з необхідною швидкістю, яка гарантує рівномірне відкладення електродного металу;

- тримача електрода (2), який здійснює функції фіксації електроду та струмопідводу;

- коливального пристрою електроду (3) для імітації поперечних коливань зварника;

- механізму вертикального переміщення електрода (4), який разом з коливальним пристроєм (3) забезпечує можливість підпалу дуги методом "чиркання" та наступного виконання запропонованої послідовності дослідів на електроді, що досліджується.

Установка працює наступним чином: електрод (1), призначений для випробувань, фіксується тримачем (2), закріпленим на штативі (3). Штативу надається коливальний рух, амплітуду якого вибирають, виходячи з діаметра електрода. Для електродів діаметром 3 мм, які використовувались у досліді в даній роботі, амплітуда коливань складала 20 мм, що при стандартній довжині електрода відповідає 200. Після цього

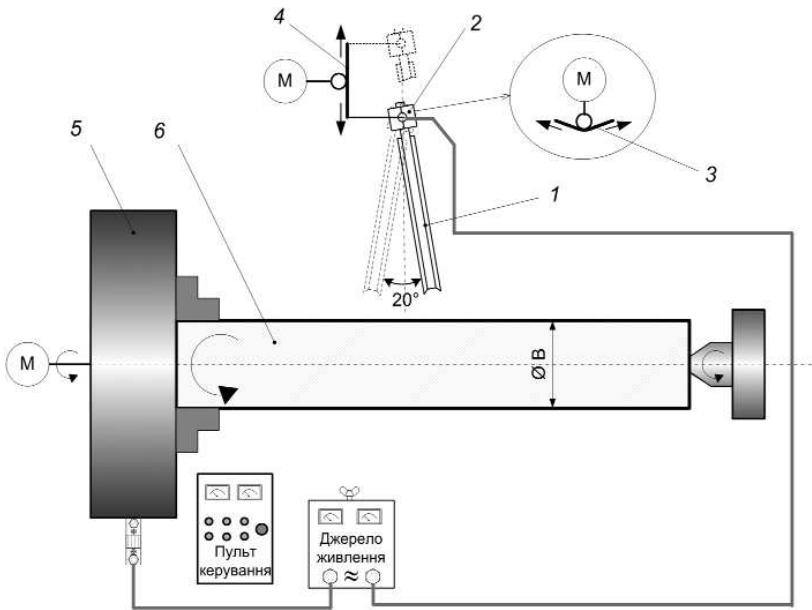


Рис. 1. Кінематична схема установки для дослідження стабільності існування дуги при зварюванні штучними електродами:
 1 – електрод, призначений для випробувань; 2 – тримач електрода та струмопідвід; 3 – коливальний пристрій; 4 – механізм вертикального переміщення; 5 – обертач; 6 – вал

штативу з закріпленим на ньому електродом надавалося вертикальне переміщення вбік основного металу (у даному випадку вниз) за допомогою штанги (4), на якій закріплений штатив (3). При необхідності, за допомогою даної установки при мінімальних конструктивних змінах можливе проведення випробувань електродів не тільки у вертикальній площині, але й у горизонтальному та стельовому положеннях.

Попередньо проведені експерименти по оцінці отриманих результатів при визначенні розривної довжини дуги показали, що при використанні в якості основного металу пластини, на її геометричні розміри при незмінних параметрах досить істотно значення чинить термічний цикл. Це пов'язано з утворенням у пластині деформації жолоблення. Зменшення цих деформацій може бути досягнуте при збільшенні товщини пластини до величин, які у кілька разів перевищують глибину проплавлення. Однак це пов'язано з досить великими матеріальними і технічними труднощами. Тому, нами було запропоновано виконувати наплавлення при визначенні розривної довжини дуги і фіксації осцилограм, які відповідають цьому процесу, використовуючи як основний метал – обертаючий циліндр.

Використання масивного циліндричного тіла як основного металу гарантує відсутність утворення деформацій жолоблення, які можуть змінити величину дугового проміжку в процесі існування дугового розряду. При цьому створюється можли-

вість поєднати наявність зварювальної ванни на поверхні основного металу, відсутність її перегріву, рівномірного відкладення електродного металу і можливість утворення шва, що по параметрах відповідає ручному дуговому зварюванню. Крім цього, в залежності від полярності, що підводиться до зварювальної ванни, імітуються катодні процеси в ній або наявність вторинної емісії електронів з її поверхні.

У результаті задана окружна швидкість обертання циліндра повинна забезпечувати складний взаємозв'язок компонентів, що супроводжує процес ручного дугового зварювання. До основних з них відносяться: рівномірне відкладення електродного металу на основний і сталість електричних параметрів дугового розряду при певній довжині дуги.

З метою перевірки адекватності одного з основних процесів, якими була доповнена дана методика оцінки стабільності дугового розряду при ручному дуговому зварюванні плавким електродом, а саме механізму його підпалу, нами були проведені експерименти електронного осцилографування процесів початку зварювання при використанні механічного пристрою що імітує дії зварника, і реального процесу. Представлені результати (рис. 2 а, б) типових осцилограм показують, що процеси підпалу дугового розряду при використанні запропонованого механічного пристрою та реальному процесі ручного дугового зварювання досить близькі. Дуговий розряд утворюється після наявності коротких замикань відповідним напівперіодам проходження струму в мережі. При цьому в окремі напівперіоди утворюється процес іонізації плазми дугового проміжку. Кількість таких напівперіодів може змінюватися від одного до десяти і визначається складним комплексом фізичних процесів у катодній і анодній області. Звертає на себе увагу те, що при використанні механічного пристрою імітації підпалу дугового розряду, осцилограми струму в момент короткого замикання практично симетричні за амплітудним значенням, у той час як при реальному дуговому зварюванні вони трохи асиметричні (рис. 2). Це так само відповідає суті запропонованих доповнень імітації процесу ручного дугового зварювання.

Після утворення дугового розряду на установці його характер є ідентичним процесу при ручному дуговому зварюванні (рис. 2 в, г).

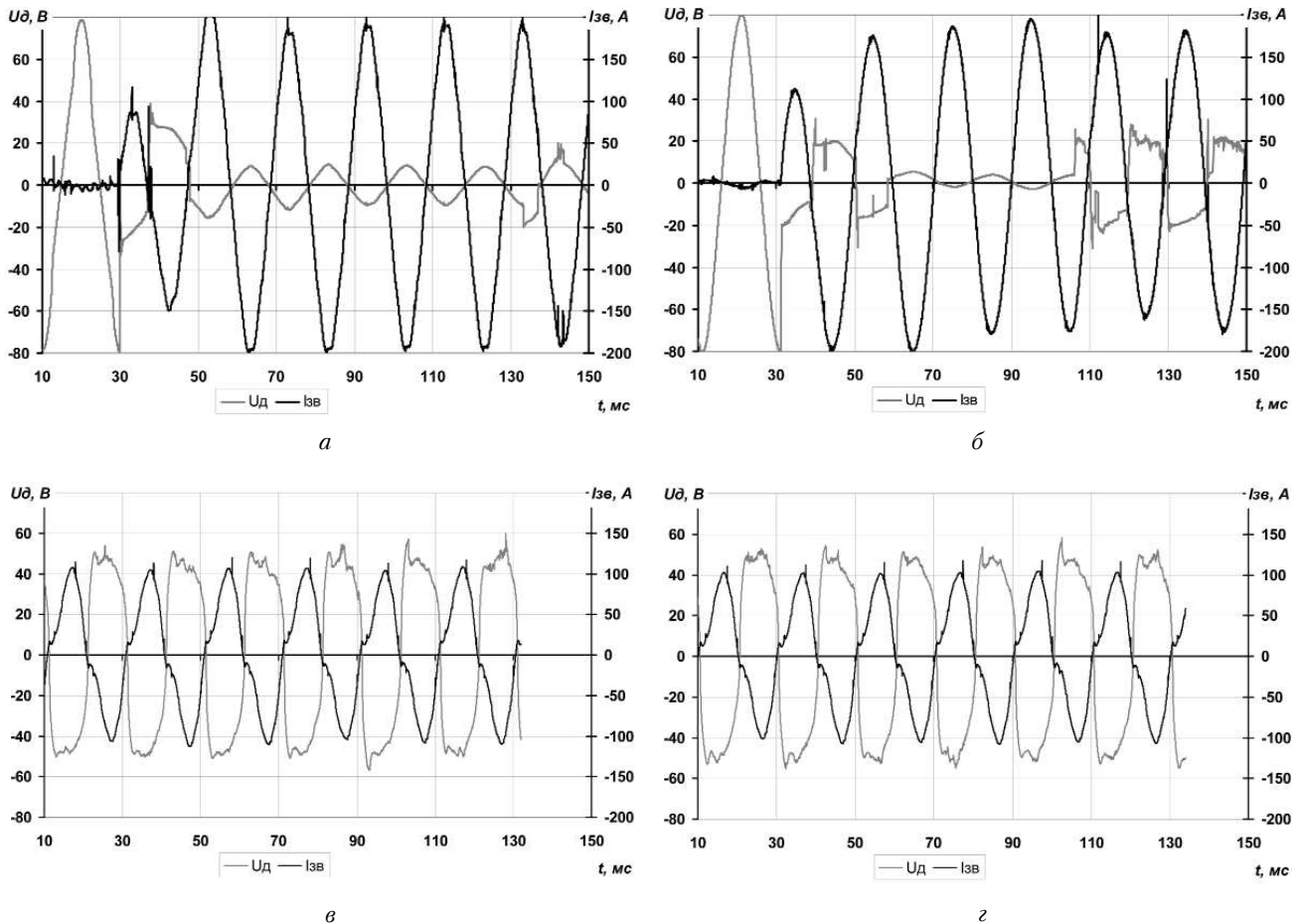


Рис. 2. Типові осцилограми процесу підпалу дугового розряду (а, б) і самого процесу зварювання (в, з) при використанні відповідно механічного і ручного способів

Висновки

Вирішена проблема виключення людського фактору у дослідженнях зварювальних матеріалів (штучних електродів) при визначенні стабільності існування дугового розряду, еластичності дуги та пов'язаних з цими параметрами промислових характеристик електродів. Розроблена оригінальна методика визначення стабільності процесу ручного електродугового зварювання штучними електродами.

Література

1. Хренов К. К. Электрическая сварочная дуга. — М.: Машгиз, 1949. — 204 с.
2. Б.Е. Патон. Об оценке стабилизирующих свойств флюса для автоматической сварки. — Автоматическая сварка, 1950. — № 2. — С. 85–89.
3. В.А. Троицкий. Влияние параметров электрической цепи на повторное возбуждение дуги переменного тока. — Автоматическая сварка, 1975. — № 11. — С. 6–10.
4. Л.А. Жданов, А.М. Сливинський, В.Т. Котик, В.М. Коперсак, В.Л. Коваленко. Возможность использования аналогово-цифрового перетворювача для дослідження зварювальної дуги змінного

струму. — Машинознавство, 2003. — № 2. — С. 38–41.

5. Л.А. Жданов, А.М. Сливинський, В.М. Коперсак, В.Т. Котик, В.Л. Коваленко. Дослідження зварювальної дуги змінного струму за допомогою персонального комп'ютера. Наукові вісті НТУУ "КПІ", 2004. — № 3. — С. 49–55.

6. Л.А. Жданов, В.Т. Котик, В.Н. Коперсак, В.Л. Коваленко, В.В. Чабанов. Новая версия программы для анализа сварочных процессов на переменном токе. — Сварщик, 2005. — № 6. — С. 38–40.

7. И.К. Походня, В.Н. Горпенюк, А.Е. Марченко и др. Методика определения стабильности дуги переменного тока. — Автоматическая сварка, 1979. — № 12. — С. 16–18.

8. И.И. Заруба, В.В. Демченко. Влияние капельного переноса металла на устойчивость сварочной дуги переменного тока. — Автоматическая сварка, 1983. — № 12. — С. 14–20.

9. И.И. Заруба, В.В. Демченко, Баргамен В.П. Сварка переменным током в углекислом газе. — Автоматическая сварка, 1973. — № 10. — С. 64–68.

10. Троицкий В. А. Критерий устойчивости горения дуги переменного тока // Автомат. сварка, 1982. — № 8. — С. 82–98.