

УДК 621.791.753.5.048

Жданов Л. А., Стреленко Н. М., Мастенко Р. В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». Україна, м. Київ

## СТАБІЛЬНІСТЬ ІСНУВАННЯ ДУГОВОГО РОЗРЯДУ ПРИ ЗВАРЮВАННІ ПОКРИТИМИ ЕЛЕКТРОДАМИ НА ЗВОРОТНІЙ ПОЛЯРНOSTI

В роботі, розглядається проблема визначення стабільності горіння дуги при використанні постійного струму. Створено методикку для проведення комп'ютерного осцилографування енергетичних параметрів зварювального дугового розряду. Розроблено програмне забезпечення для аналізу отриманих осцилограм. Показано різницю між осцилограмами горіння дуги з використанням різних марок електродів. На основі математично аналізу дискретних параметрів осцилограм, визначено коефіцієнт стабільності існування зварювального дугового розряду.

**Ключові слова:** стабільність; ручне дугове зварювання; зварювання під флюсом; зварювальний дуговий розряд; зварювальна дуга; покриті електроди; коефіцієнт стабільності.

Однією з важливих характеристик дугового розряду є стабільність його існування у специфічних умовах зварювання. Стабільність безпосередньо впливає на перенос електродного металу, гідродинамічні умови у зварювальній ванні і, як наслідок, на якість формування металу шва та хімічний склад [1]. Проведений нами аналіз відомих способів та методик оцінювання стабільності зварювального дугового розряду при використанні постійного струму показав, що єдиної комплексної методики оцінювання, яка б враховувала фізичні особливості його існування та технологічні властивості, немає [2]. Неоднозначними є данні з впливу перехідних процесів на стабільність існування зварювального дугового розряду. Ці процеси можуть визначатися за формою осцилограм, які ілюструють весь процес горіння дуги, від етапу її запалювання і до етапу розриву [3].

На практиці, навіть у теперішній час, визначення стабільності горіння дуги покритими електродами для ручного дугового зварювання, проводять шляхом анкетування зварників, які оцінюють їх за п'ятибальною шкалою. Така методика накладає суб'єктивний фактор на результати оцінювання, що підвищує можливість виникнення похибок при прийнятті кінцевих рішень [4].

Актуальним є розроблення методики комп'ютер-

ного осцилографування енергетичних параметрів зварювального дугового розряду з точністю, яка є необхідною для дослідження перехідних процесів в зварювальній дузі.

Розроблене програмне забезпечення дозволить отримати критерій стабільності існування зварювального дугового розряду на постійному струмі, як зворотної (DCRP) так і прямої (DCEN) полярності [5]. Вирішення цієї задачі потребує детального вивчення особливостей існування дугового розряду в умовах зварювання, яке може бути здійснене на основі цифрових осцилограм зварювальної дуги з наступною математичною обробкою результатів.

Для проведення комп'ютерного осцилографування енергетичних параметрів зварювального дугового розряду використали схему, яка зображена на рисунку 1 [6].



Рис. 1. Схема проведення комп'ютерного осцилографування

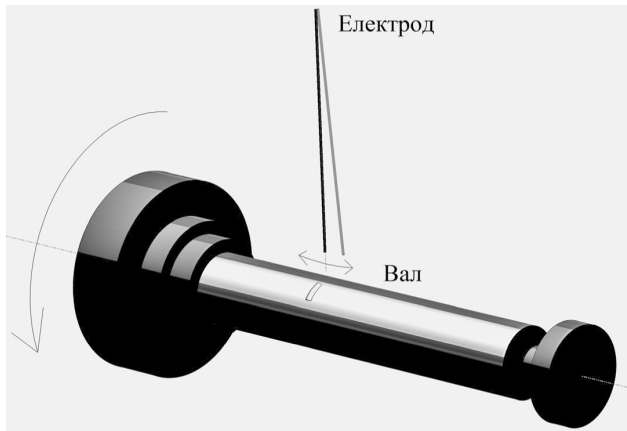


Рис. 2. Схема коливань зварювального електроду

Запропонована схема дозволяє фіксувати зміну енергетичних параметрів зварювального дугового розряду у процесі його існування і через аналого-цифровий перетворювач (АЦП) передавати ці дані

на персональний комп'ютер, де проводиться їх подальший аналіз та обробка. Враховуючи, що одним з негативних чинників, який впливає на результати випробувань штучних електродів, є суб'єктивний людський фактор то для імітації дій зварника в процесі виконання зварювання ми використали обладнання схема якого показана на рисунку 2 [6].

Це дозволяє імітувати підпалювання зварювального дугового розряду методом «чиркання» та формування шва з поперечними коливаннями, аналогічно тому, як виконує цю роботу зварник [6].

При аналізі отриманих даних на персональному комп'ютері нами були отримані осцилограми енергетичних параметрів існування зварювального дугового розряду, а саме струму та напруги (рис. 3).

З осцилограм видно, що при одних і тих же параметрах режиму, які суттєво відрізняються в „Моноліт», немає чітко вираженої зони запалювання дуги, вона горить довше та при цьому градієнт напруги менший.

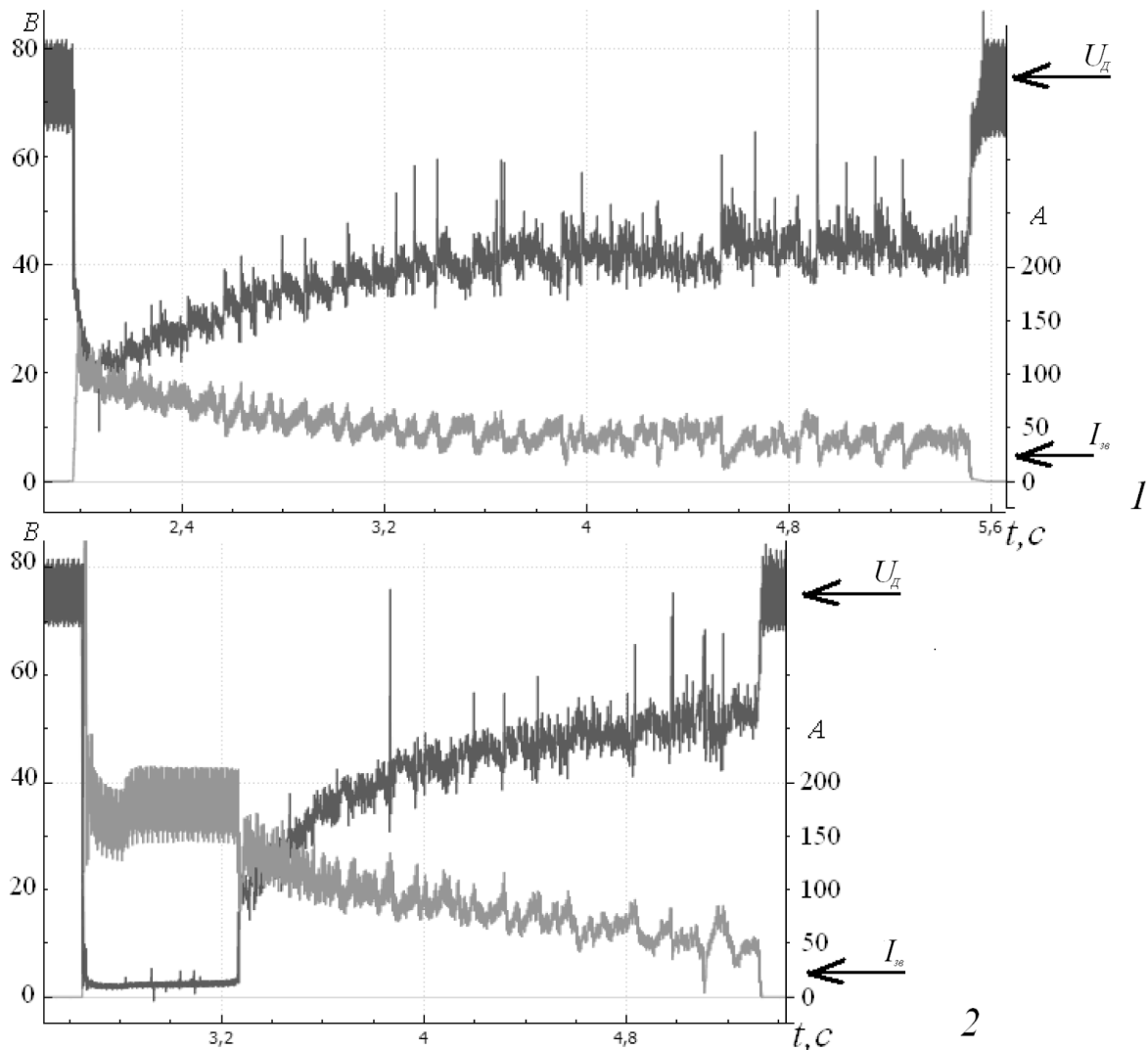


Рис. 3. Осцилограми струму та напруги:  
1 – електрод «Моноліт» обернена полярність; 2 – УОНИ 13/55 обернена полярність

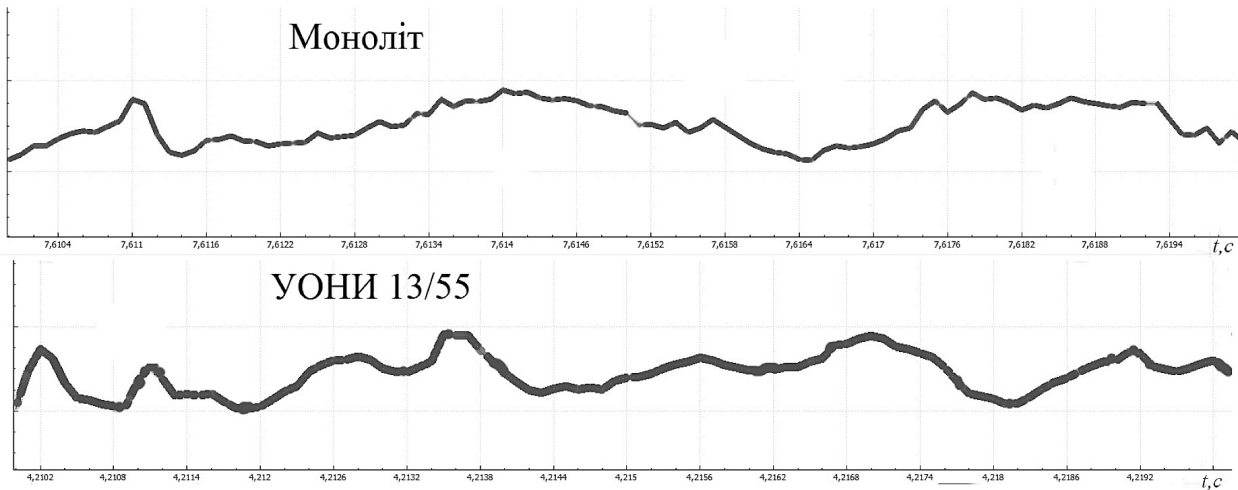


Рис. 4. Утворення крапель металу на торці електроду

Розроблене нами програмне забезпечення дозволяє проводити також і масштабування при аналізі отриманих даних, при якому чітко можна спостерігати утворення краплі на осцилограмі (рис. 4).

Оскільки всі дані записані аналогово-цифровим перетворювачем є дискретними, це дозволяє не тільки проводити візуальну оцінку отриманих енергетичних параметрів зварювального дугового розряду, але і проводити необхідні розрахунки для визначення стабільності його існування, а також визначати кількість та амплітудні значення піків напруги та струму на осцилограмах, які дають інформацію про перенос металу із зміною розташування анодної та катодної плям [7].

Стабільність дугового розряду визначається за допомогою певного цифрового коефіцієнта, який враховує наступні параметри: відхилення струму та напруги у процесі існування зварювального дугового розряду та їх амплітудні значення. Відхилення струму та напруги враховує дисперсія, яка є мірою відхилення значень відносно тенденції їх зміни упродовж зварювання.

Амплітудні значення струму і напруги упродовж існування зварювального дугового розряду визначаємо методом інтегрування.

Завдяки використанню сучасного комп'ютерного обладнання були показані детальні, з точністю до  $10^{-5}$  с, осцилограми існування зварювального дугового розряду з використанням різних марок електродів. При дисперсійному аналізі осцилограм дугового розряду отримано кількісні дані про коефіцієнт стабільності, який виключаючи суб'єктивний людський фактор дозволяє на новому, якісному рівні давати оцінку зварювальних матеріалів та визначати їх придатність для подальшого використання. При цьому розроблене спеціалізоване програмне забезпечення дозволяє виконувати операції математичної обробки осцилограм практично без участі людини. В результаті проведення експериментів з різними типами електродів

встановили, що електроди за стабільністю існування дугового розряду розташовуються в наступній послідовності: «Моноліт», АНО-21, АНО-4, УОНИ 13/55.

#### Література

- [1] Походня И.К., Явдоцин И.Р., Пальцевич А.П., Швачко В.И., Котельчук А.С. Металлургия дуговой сварки. Научная думка, Київ, 2004, 440с.
- [2] Жданов Л.А., Коваленко В.Л., Коваленко Г.Л. Анализ существующих методик экспериментальной оценки стабильности существования дугового разряда при сваривании. // Материали другої міжнародної міжгалузевої науково-технічної конференції студентів, аспірантів та наукових співробітників «Зварювання та споріднені технології і процеси». / Київ: 4-6 березня 2009р., с.28-30.
- [3] Zhang Y.M. Real-Time Weld Process Monitoring, 2008, 300с.
- [4] ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия.
- [5] Жданов Л.А., Мاستенко Р.В. Вплив полярності на процеси у реакційній зоні при зварюванні під флюсом / Материали восьмої всеукраїнської міжгалузевої науково-технічної конференції студентів, аспірантів та наукових співробітників «Зварювання та споріднені технології і процеси»./ Київ: 10–12 червня 2015р.
- [6] Жданов Л.А., Коваленко В.Л. Новый критерий оценки стабильности существования дугового разряда при испытании сварочных материалов. Оборудование и инструмент, 2011р.
- [7] Коваленко В.Л., Жданов Л.А. Шляхи удосконалення методики визначення стабільності існування дугового розряду по його розривній довжині.// Материали третьої всеукраїнської міжгалузевої науково-технічної конференції студентів, аспірантів та наукових співробітників «Зварювання та споріднені технології і процеси»./ Київ: 31 березня-2 квітня 2010 р.

Zhdanov L. A., Strelenko N. M., Mastenko R. V.

National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute». Ukraine, Kiev

**STABILITY OF EXISTENCE OF ARC WELDING  
BY THE COVERED ELECTRODES ON REVERSE POLARITY**

*In this study, the problem of determination of stability of arc is examined at the use of direct-current. A method for computer oscillography energy parameters of the welding arc discharge. The software for analysis of the oscillograms. Showing the difference between oscillogram arc using different grades of covered electrodes. Based on a mathematical analysis of discrete parameters oscillograms, stability factor determined the existence of a welding arc discharge.*

*Keywords: stability; shielded metal arc welding; welding; welding arc discharge; arc welding; covered electrodes; stability rate.*

**References**

- [1] Pokhodnya I.K., Yavdoschyn Y.R., Paltsevych A.P. Shvachko V.I., Kotelchuk A.S. Metallurgy arc quarrel. Scientific thought, Kyiv, 2004, 440s.
- [2] Zhdanov L.A., Kovalenko V.L., Kovalenko G.L. Analysis of existing methods of experimental evaluation of the stability of existence arc discharge welding. // Proceedings of the Second International interbranch scientific-technical conference of students and researchers «Welding and related technologies and processes.» / Kyiv 4-6 March 2009., S.28-30.
- [3] Zhang Y.M. Real-Time Weld Process Monitoring, 2008, 300C.
- [4] GOST 9466-75 Metallic electrodes for arc Manual quarrel steels and surfacing. Classification and General specifications.
- [5] Zhdanov L.A., Mastenko R.V. The influence of polarity on the processes in the reaction zone during welding / Materials eighth nationwide intersectoral scientific and technical conference of students and researchers «Welding and Related Technologies and Processes»./ Kyiv: 10 - June 12, 2015.
- [6] Zhdanov L.A., Kovalenko V.L. New Criterion otsenki stablylnosty existence arc Razriad at trials of welding materials. Equipment and tools, 2011.
- [7] Kovalenko V.L., Zhdanov L.A., Ways of improving the methodology for determining the existence of stability arc discharge on its discontinuous length. // Proceedings of the Third All-Ukrainian inter-sectoral scientific conference of students and researchers «Welding and Related Technologies and Processes»./ Kyiv: March 31-April 2, 2010