

УДК 621.314.26
DOI [https://doi.org/10.15589/znp2025.1\(499\).7](https://doi.org/10.15589/znp2025.1(499).7)

POWER SUPPLIES WITH IMPROVED CHARACTERISTICS

СТРУМОПІДВОДИ З ПОКРАЩЕНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Volodymyr A. Lebedev

valpaton@ukr.net

ORCID: 0000-0003-0391-6113

Volodymyr V. Spiharenko

vladimir.kherson11@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6328-9791

Serhii A. Loi,

welding.kherson@nuos.edu.ua

ORCID: 0000-0002-1936-6390

В. О. Лебедєв,

докт. техн. наук., професор

В. В. Спихтаренко,

доцент

С. А. Лой,

доцент, старший викладач кафедри зварювання

Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson

*Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Херсон*

Abstract. The designs of contact current conductors are highly diverse. In mechanized welding torches for gas-shielded arc welding with a consumable electrode, cylindrical contact current conductors with a continuous electrode-conducting channel are primarily used. Materials such as copper and its alloys, as well as copper-based composite materials, are employed for the manufacture of current conductors due to their excellent electrical conductivity and wear resistance. During welding, as the electrode wire passes through, the current conductor experiences rapid wear, resulting in a loss of electrical contact with the welding wire. This leads to instability in the wire feeding, as well as in the welding process itself, and causes increased electrode metal losses due to oxidation and spattering. The wear-induced losses in the current conductor increase by 1.5–2 times compared to the normal operational period, while welding process productivity decreases by 5–8%.

According to data from machine-building enterprises, the operational life of the current conductor averages one working shift. An analysis of existing data indicates that there are currently no specific recommendations on selecting materials for current conductors or measures to enhance their service life.

This paper explores different current conductor designs, where the use of the elastic properties of the electrode wire helps to improve their service life and the conditions of current transfer. The designs of these current conductors are presented.

A current conductor with an insert is recommended. This simple design can be manufactured by small enterprises or workshops. A methodology for calculating the parameters of elastic elements and inserts has been developed.

The recommended designs provide significant economic benefits, which include improved weld quality and a 2.5 to 3 times longer service life, resulting in copper savings.

Key words: mechanized welding; current conductor; copper savings; insert; electrode wire.

Анотація. Конструкції контактних токопідводів є дуже різноманітними. У пальниках для механізованого зварювання в захисних газах плавким електродом в основному застосовуються циліндричні контактні токопідводи з суцільним електродопровідним каналом. Як матеріал для виготовлення токопідводів використовують мідь та її сплави, композиційні матеріали на основі міді та інші, які мають хорошу електропровідність і зносостійкість. У процесі зварювання при проходженні електродного дроту токопідвод швидко зношується, в результаті чого порушується електричний контакт зі зварювальним дротом, що викликає порушення стабільності подачі, а також стабільності процесу зварювання, збільшуються втрати електродного металу на згорання та розбризкування. Втрати, викликані зносом токопідводу, збільшуються в 1,5–2 рази порівняно з періодом нормальної експлуатації, а продуктивність процесу зварювання при цьому знижується на 5–8%.

За даними машинобудівних підприємств експлуатаційна стійкість токопідводу становить в середньому одну робочу зміну. Аналіз наявних даних показав, що на сьогодні відсутні конкретні рекомендації щодо вибору матеріалів токопідводу, а також немає заходів щодо підвищення ресурсу їх роботи.

У даній роботі розглянуті варіанти токопідводів, у яких для підвищення строку служби та поліпшення умов передачі струму реалізуються з використанням пружних властивостей електродного дроту. Наведені конструкції токопідводів.

Рекомендується токопідвод зі вставкою. Таку просту конструкцію можна виготовити на малих підприємствах або майстернях. Розроблено методику розрахунку параметрів пружних елементів і вставок.

Рекомендовані конструкції дають суттєвий економічний ефект, який полягає в якісному виконанні зварного шва, а також економії міді у вигляді збільшення в 2,5...3 рази строку експлуатації.

Ключові слова: механізоване зварювання; струмопідвод; економія міді, вставка; електродний дріт.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Використовуваний у зварювальних пальниках струмопідвід [2, 3] виконує функцію направляючої до місця зварювання для зварювального дроту, а також діє як контакт для подачі живлення на зварювальний дріт, що є плавким електродом.

На зварювальний дріт подається живлення при контакті з внутрішньою поверхнею отвору стінки для введення дроту, але в той же час внутрішня поверхня стінки отвору для введення дроту зношується. Існує декілька основних причин зношування внутрішньої контактної поверхні струмопідводів:

1. зношування через тертя ковзання;
2. зношування через електроерозійні процеси в процесі струмопередачі.

При зношуванні струмопідводу можуть відбуватися короточасні прихватки дроту до внутрішньої поверхні, що веде до ще більшого зношування.

Подача електроенергії від струмопідводу до зварювального дроту змінюється кожен момент, тому напруга на дузі коливається, струм змінюється [1], і зварний шов стає нестабільним.

Крім того, коли отвір для введення дроту зношується і розширюється, положення контакту змінюється, що знижує напругу дуги і збільшує кількість бризок, що утворюються. У міру подальшого зносу стає неможливим підтримувати постійними напругу дуги та зварювального струму, а також стає неможливим формування якісного зварного шва на виробі. Крім того, якщо зношування через ковзання зварювального дроту стане значним, термін служби струмопідводу джерела зварювального струму значно скоротиться.

Обладнання для дугових механізованих процесів зварювання та наплавлення електродним дротом якій плавиться постійно вдосконалюється для покращення функціонування окремих вузлів і показників технологічного процесу.

Можна виділити два основних напрями у вдосконаленні струмопідводів, спрямованих на вирішення завдання підвищення експлуатаційної надійності струмопідведення, як одного з найспецифічніших:

- застосування нових конструкторських рішень, пов'язаних, як правило, з компенсацією зносу поверхні струмопідводу, що взаємодіє з електродним дротом;
- використання нових матеріалів для виробництва струмопідводів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Існує досить велика кількість розробок струмопідводів різного ступеня досконалості, що застосовуються в різних конструкціях обладнання, призначеного для зварювання електродним дротом. Ці конструкції систематизовані у роботі [4].

Проте більшість із рішень, або досить складні для масового виробництва та застосування [6, 7, 8, 9], або недостатньо ефективні за комплексом показників.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Нами запропоновано та реалізовано декілька простих технічних рішень по вдосконаленню струмопідводів [5].

Виділимо два напрями у вдосконаленні струмопідведення:

- з використанням зовнішніх додаткових пружних елементів;
- з використанням пружних властивостей самого електродного дроту.

МЕТОДИ, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розглянемо кілька варіантів [10] конструкцій з додатковими пружними елементами, які представлені на рис. 1 та рис. 2.

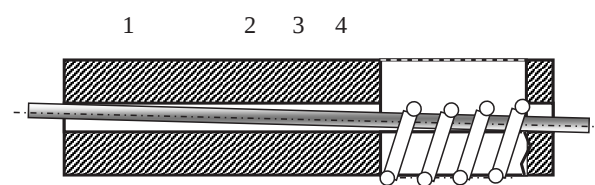


Рис. 1. Струмопідведення із зовнішнім притискним елементом у вигляді циліндричної пружини

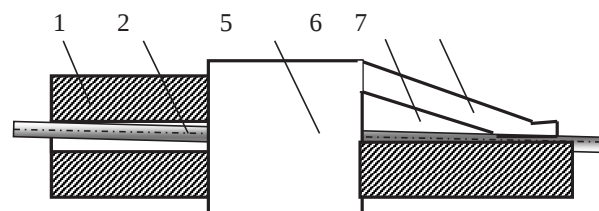


Рис. 2. Струмопідведення із зовнішнім притискним елементом у вигляді плоскої пружини

Струмopідвод циліндричного типу мають відповідно вирізи 4 і 6 і пружні елементи – в одному випадку циліндричну пружину 3, що охоплює частину струмopідводу, що залишилася, і електродний дріт, а в іншому – плоский пружний притиск 7 з кільцем 5, закріпленим на струмopідводі. Цифрою 2 в обох конструкціях показано електродний дріт. Очевидність технічного рішення в обох конструкціях не потребує додаткових пояснень. Можна лише додати, що надійність і стабільність струмопередачі в струмopідводі, а отже і стійкість процесу зварювання забезпечується зовнішніми пружними елементами: пружиною або притиском, що створюють надійний контакт між тілом струмopідводу і електродним дротом, при цьому зазначені пружні елементи також компенсують механічно місце контакту.

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Є ряд конструкцій струмopідводів, в яких ефекти підвищення їх терміну служби та поліпшення умов струмопередачі реалізуються з використанням пружних властивостей електродного дроту. Одна з таких конструкцій представлена рис. 3.

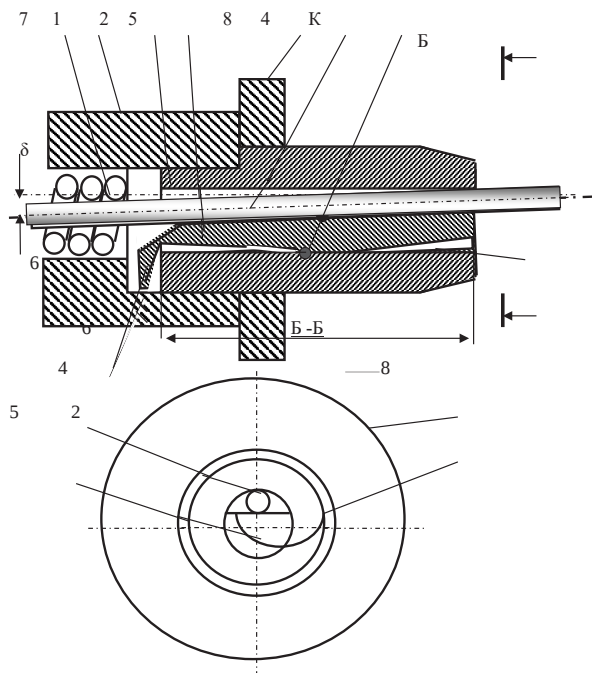


Рис. 3. Струмopідвід з коливальним вкладишем

Струмopідвідний наконечник містить корпус 1, в якому струмopідвідний елемент 2, виконаний з каналом 3 для напрямку електрода 4. У каналі 3 мідного струмopідвідного елемента 2 розташований сталевий вкладиш 5, виконаний з буртиком 6, що оберігає вкладиш 5 від випадання. У корпусі 1 вмонтована напрямна спіраль 7. Гайкою 8 здійснюється фіксація струмopідвідного елемента 2 в корпусі 1. Вкладиш 5 виконаний або з поперечним перерізом у вигляді сегмента кола

з радіусом, що відповідає радіусу каналу 3 (вкладиш не коливальний), або зі змінним поперечним перерізом, що збільшується до робочого торця струмopідводу і з зовнішньою поверхнею, принаймні, однією з утворюючих якої є V – ламана лінія з тупим кутом у вершини, звернена вершиною до внутрішньої поверхні каналу 3 (вкладиш коливальний). Діаметр каналу 3 виконується, як правило, в 3...5 разів більше мінімального діаметра для проходу електродного дроту.

В варіанті конструкції з не коливальним вкладишем досягається фіксація положення електрода зі зміною місця фіксації при необхідності – знос місця контакту.

ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

У конструкції струмopідводу з коливальним вкладишем додатково забезпечується підтиск електродного дроту до робочого кінця струмopідвідного елемента, тобто місцю найбільш можливого проходження струму. При цьому притиск електродного дроту здійснюється внаслідок пружності самого дроту вкладишем 5 за рахунок зміщення осі напрямної спіралі 7 щодо осі вихідного кінця електродного дроту. Вкладиш 5 може коливатися щодо точки "К", тобто. найбільш широкого місця у змінному перерізі вкладиша. Вкладиш, повертаючись щодо точки "К" під дією електродного дроту на один з його кінців, іншим кінцем притискає електродний дріт до струмopідвідного елемента 2. Слід зазначити, що для забезпечення зазначеного режиму роботи струмopідведення необхідно змістити вісь подачі електродного дроту по напрямній 7 відносно осі. Очевидно, що електродний дріт вигнеться двічі. Перший раз від напрямної 7 до точки перегину з центром кривизни (радіусом кривизни) в точці "К". Другий раз – від точки "К" до дотику електродного дроту з внутрішньою поверхнею струмopідвідного елемента 2.

На рис. 4 представлений зовнішній вигляд струмopідводу з вставкою. Можна бачити простоту

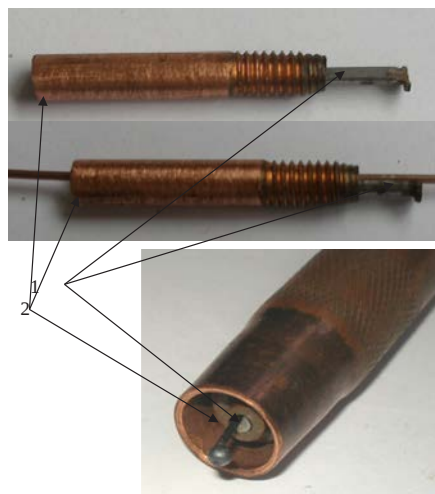


Рис. 4. Фото струмopідвідного наконечника з додатковою вставкою: 1 – додаткова вставка; 2 – струмopідвідний елемент

конструкції, яку можна виготовити на невеликому підприємстві чи в майстерні.

Розроблена методика розрахунку параметрів пружних елементів та вставок.

Струмівідводи, які розглянуті в цьому матеріалі знайшли застосування в напівавтоматах для зварювання та наплавлення як суцільними електродними дротами в середовищі захисного газу так і і порошковими самозахисними дротами. Є багаторазове впровадження в зварювальне виробництво.

ВИСНОВКИ

Розглянуті струмівідводи при відносно простих конструкціях дають суттєвий економічний ефект, який складається з якісного виконання зварного шва, що не вимагає додаткових витрат на надання йому товарного вигляду, а також економії міді у вигляді збільшення в 2,5...3 рази терміну експлуатації струмівідведення та підвищення коефіцієнта її використання.

Існують і інші оригінальні конструкції струмівідводів з поліпшеними можливостями що до експлуатації та економії активних матеріалів.

REFERENCES

- [1] Yamada, T. (1985). Fluctuation of wire feed rate and phenomena on contact tip in semi – automatic arc welding / Kobe Steel Eng. Rep-35. № 3. R. 17–21.
- [2] Lebedyev, V.A., & Maksymov, S.YU. (2013). Suchasne mekhanizovane obladnannya dlya zvaryuvannya ta naplavlennya ta yoho tekhniko-tekhnologichni mozhyvosti [Modern mechanized equipment for welding and surfacing and its technical and technological capabilities]. Kyiv: Osnova. 390 s. [in Ukrainian].
- [3] Lebedyev, V.A., & Hedrovych, A.I. (2010). Napivavtomaty dlya elektroduhovoho zvaryuvannya ta naplavlennya [Semiautomatic machines for electric arc welding and surfacing]. Luhansk: Noulidzh. 442 s. [in Ukrainian].
- [4] Zilberman, B.M. (1976). Konstruktyvni osoblyvosti strumopidvedennya zvaryvalnykh apparativ [Design features of the current supply of welding machines]. *Avtomat. Zvaryuvannya– Automatic welding*, № 6. S. 56–60 [in Ukrainian].
- [5] Lebedyev, V.A., & Plyushch, D.V. (2013). Systemy nalahodzhennya elektrodnoho drotu mekhanizovanoho obladnannya dlya zvaryuvannya ta naplavlennya [Electrode wire debugging systems for mechanized welding and surfacing equipment] / Kyiv: Osnova. 432 s. [in Ukrainian].
- [6] Zilbershteyn, B.M., Marek, B.A., & Minakova, R.V. (1975). Dovhovichni strumopidvidni nakonechnyky zvaryvalnykh holovok [Long-lasting welding head current-supply tips]. *Avtomatychne zvaryuvannya – Automatic welding*. № 4. S. 60–63 [in Ukrainian].
- [7] Zayavka № 63-72483 (Yaponiya), kl.
- [8] Zayavka № 2239204 (Velyka Brytaniya), kl.
- [9] Zayavka № 4-18950 (Yaponiya), kl.
- [10] Brihidin, V.YA., & Konotop, D.A. (1980). Pidvyshchennya dovhovichnosti strumopidvidnykh nakonechnykyv zvaryvalnykh avtomativ ta napivavtomativ [Increasing the durability of current-supplying tips of automatic and semiautomatic welding machines]. *Avtomatychne zvaryuvannya– Automatic welding*. № 1. S. 67 [in Ukrainian].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Yamada, T. (1985) Fluctuation of wire feed rate and phenomena on contact tip in semi – automatic arc welding / Kobe Steel Eng. Rep, 35. № 3. P. 17–21.
- [2] Лебедєв, В.А., & Максимов, С.Ю. (2013). Сучасне механізоване обладнання для зварювання та наплавлення і його техніко-технологічні можливості. Київ : Основа. 390 с.
- [3] Лебедєв, В.А., & Гедрович, О.І. (2010). Напівавтомати для електродугового зварювання та наплавлення. Луганськ : Ноулідж. 442 с.
- [4] Зільберман, Б.М. (1976). Конструктивні особливості струмопідведення зварювальних апаратів. Київ: Автомат. зварювання. № 6. С. 56–60.
- [5] Лебедєв, В.А., & Плющ, Д.В. (2013). Системи налагодження електродного дроту механізованого обладнання для зварювання та наплавлення. 432 с.
- [6] Зільберштейн, Б.М., Марек, Б.А., & Минакова, Р.В. (1975). Довговічні струмопідвідні наконечники зварювальних головок. Київ: Автоматичне зварювання. № 4. С. 60–63.
- [7] Заявка № 63-72483 (Японія), кл.
- [8] Заявка № 2239204 (Велика Британія), кл.
- [9] Заявка № 4-18950 (Японія), кл.
- [10] Бригідін, В.Я., & Конотоп, Д.А. (1980). Підвищення довговічності струмопідвідних наконечників зварювальних автоматів і напівавтоматів. Київ : Автоматичне зварювання. № 1. С. 67.

© Лебедєв В. О., Спіхтаренко В. В., Лой С. А.
Дата надходження статті до редакції: 18.02.2025
Дата затвердження статті до друку: 01.03.2025