

**Завгородній В.В.,
Абрамов О.О.,
Вичавка А.А.**

Хмельницький національний університет,
м. Хмельницький, Україна
E-mail: tribosenator@gmail.com

ВПЛИВ СТАНУ ПОВЕРХНІ СТРУМОПІДВІДНОГО НАКОНЕЧНИКА НА ПЛОЩУ КОНТАКТУ МІЖ НИМ І ЗВАРЮВАЛЬНИМ ДРОТОМ

УДК 621.891

Розглянуто закономірність зміни площі контакту між струмопідвідним наконечником і зварювальним дротом в залежності від стану поверхні внутрішнього каналу наконечника, його шорсткості. Виявлені місця розташування найбільшого зносу наконечника. Найдена залежність величини площі контакту від зміни шорсткості. Виявлено значення шорсткості, при якій площа контакту має максимальне значення. Визначен оптимальний стан поверхні внутрішнього каналу наконечника.

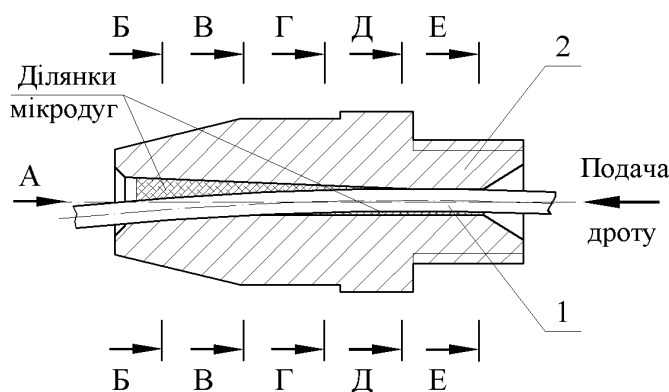
Ключові слова: шорсткість, струмопідвідний наконечник, знос, площа контакту, зварювальний дріт.

Вступ

Відомо, що для забезпечення безперебійності проведення зварювальних робіт необхідно мати надійний контакт між наконечником і дротом. Величина площі контакту залежить від багатьох факторів. Але одним з найголовніших є стан поверхні внутрішнього каналу наконечника. При виконанні зварювання використовують струмопідвідні наконечники, які виготовлені з різних матеріалів, різними способами, з різним станом поверхні, її шорсткістю. Під час експлуатації під дією тертя зварювального дроту, а особливо внаслідок дії мікроіскор при появі електроерозійної складової зносу, стан поверхні перетерпає зміни. При руху дроту по каналу наконечника контактування між їх поверхнями здійснюється по виступам (гребням). Проходження електричного струму, а також дія мікроіскор, призводять до оплавлення кінців гребнів. Це призводить до зміни площі контакту між дротом і наконечником, що впливає на величину зварювального струму і, як наслідок, на стійкість горіння дуги.

Діючий стан проблеми

На першому етапі було проведено вивчення стану поверхні внутрішнього каналу зношеного наконечника. Наконечник, який відпрацював весь свій ресурс (близько 18 годин безперервної роботи), розрізали у поперечному перетині у п'яти містах з шагом 5 мм (рис.1). Кожний перетин був окремо позначен літерами. Поверхні отриманих перетинів і вихідний отвір внутрішнього каналу були зачищені, сфотографовані і представлені на рис. 2. Як видно з представлених фотографій, внутрішній канал наконечника у поперечному перетині має замкнуту поверхню неправильної форми, близької до еліптичної. Сама форма каналу відображає місця контактування наконечника з електродним дротом і ділянки зносу.



**Рис. 1 – Схема перетинів зварювального наконечника:
1 – зварювальний дріт;
2 – наконечник**

Зношування наконечника відбувається несиметрично відносно осі руху дроту. Найбільшу по величині площу має вихідний отвір. Це пов'язано з тим, що електродний дріт подається у канал не

прямолінійно, а з певним радіусом кривизни, який виникає внаслідок навивки дроту на касету і після проходження дроту подаючих роликів. Таким чином, контакт дроту з внутрішньою поверхнею наконечника відбувається в двох, або, частіше, трьох точках. Знос наконечника проходить найбільше на його торцевому кінці в площині радіуса кривизни дроту, де на величину вихідного отвору каналу значно впливає і руйнівна дія бризок металу при зварюванні. З поглибленням перетинів у глибину наконечника до його середини і вхідної частини отвір внутрішнього каналу зменшується.

Виникає необхідність визначення величини деформації каналу відносно осей у площині кожного перетину. На кожену фотографію перетинів нанесено контури дроту (голуба фарба) і чотири взаємно перпендикулярні осі (OA, OB, OC, OD), відносно яких визначався знос у кожному перетині. Вісь OA показує напрямок від центру кривизни навивки дроту, вісь OC показує напрямок до центру кривизни навивки дроту, осі OB і OD – напрямки перпендикулярні до осей OA і OC (рис. 2). Шляхом масштабування розраховували величину площі внутрішнього каналу по кожному перетину і порівняли їх між собою.

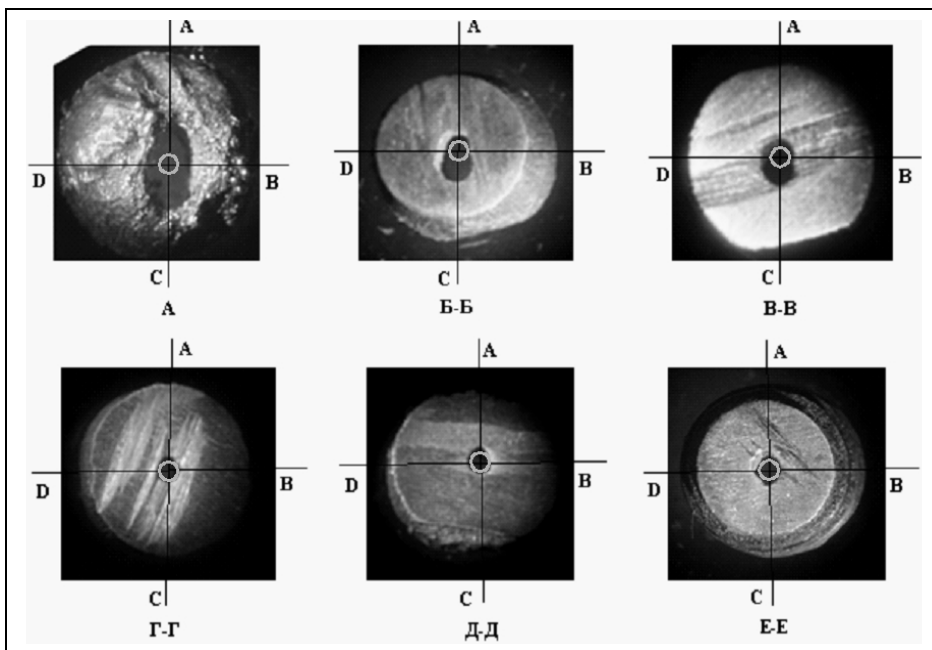


Рис. 2 – Зовнішній вигляд перетинів наконечників

Побудовані графіки величини зносу наконечника відносно до кожної осі у залежності від розташування перетину у глибині наконечника (рис. 3). Найбільший за величиною знос наконечник має на торці (вид А) по осях OA і OC. По осях OB і OD знос значно менший. В перетинах Б-Б, В-В, Г-Г, Д-Д і Е-Е максимальний знос спостерегається відносно осі OC зі зменшенням його від перетину до перетину.

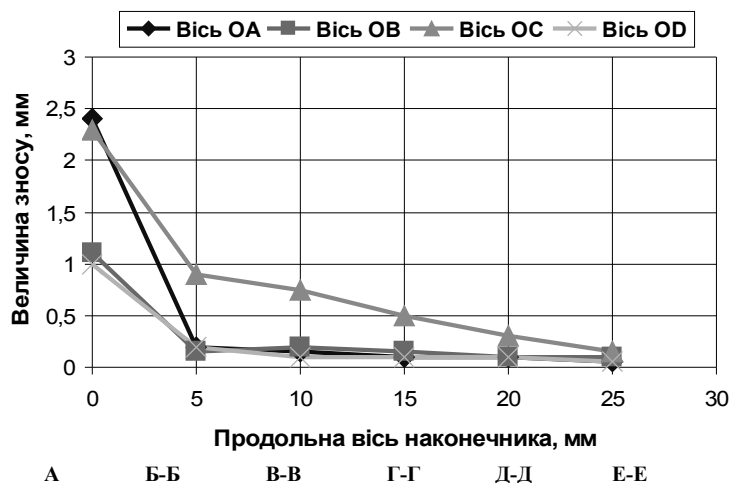


Рис. 3 – Зміна величини лінійного зносу в залежності від розташування перетину уздовж осі наконечника

У табл. 1 представлена відносна площа отвору внутрішнього каналу у кожному перетині, де площа отвору у перетині Е-Е прийняли за одиницю.

Таблиця 1

Відносні площини перетину наконечника

Позначення перетину	Відносна площа отвору внутрішнього каналу
А	10,1
Б-Б	2,00
В-В	1,76
Г-Г	1,41
Д-Д	1,21
Е-Е	1,00

Методика і результати розрахунків

Для з'ясування впливу стану поверхні наконечника на величину контакту між ним і зварювальним дротом і розрахунків площадок контакту була представлена наступна методика роз'язання поставленої задачі з внесенням кількох припущень.

Стан поверхні визначається її шорсткістю. Згідно з ГОСТ 25142-82 шорсткість поверхні – це сукупність нерівностей поверхні з відносно малими кроками, виділену за допомогою базової довжини l . Кількісно шорсткість поверхні оцінюється з допомогою параметрів R_a або R_z . Нерівності поверхні любого реального профілю складаються з виступів та западин, які мають різну конфігурацію, висоту, глибину, крок, але по чисельним значенням входять в допуски \square або \square .

Для спрощення проведення розрахунків припустили, що всі нерівності поверхні наконечника і дроту (виступи і западини) замінюються на конуси з кутом при вершині 60° (рис. 4). Висоту виступів-конусів наконечника відносно середньої лінії профілю поверхні наконечника означемо як $H_{В.н}$, висоту виступів-конусів дроту відносно середньої лінії профілю поверхні дроту $H_{В.др}$.

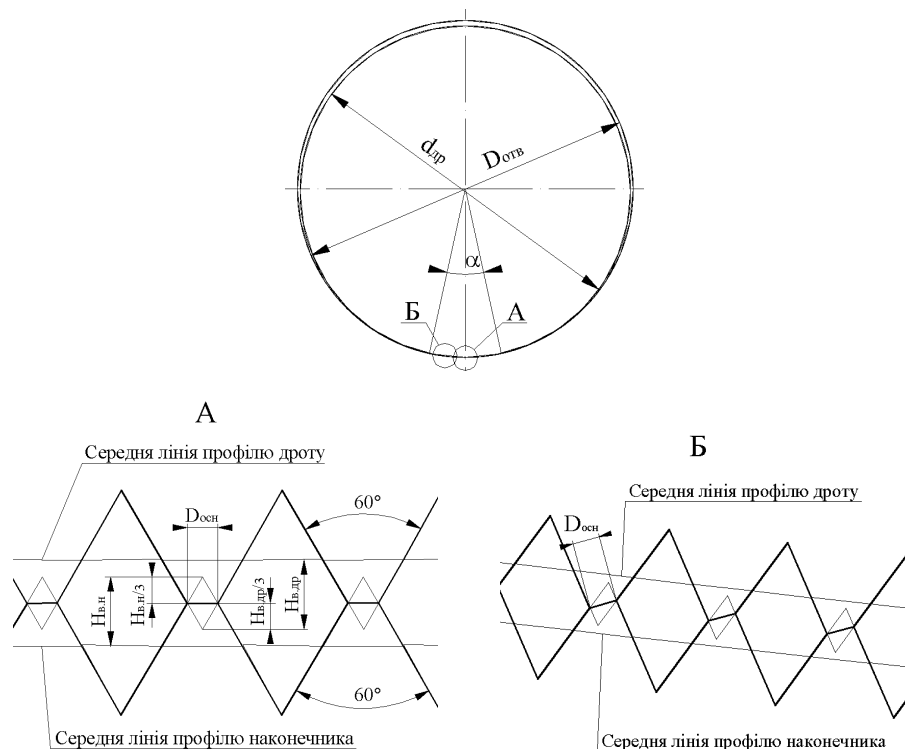


Рис. 4 – Схема утворення контактних площадок між поверхнями струмопідвідного наконечника і зварювального дроту:

а – у точці максимального притиску;

б – з відхиленням від вертикальних вісей симетрії дроту і наконечника

Дріт, який змотується з касети і рухається у наконечнику, має кривизну. Виходячі з наконечника, він за рахунок пружних сил притискається до поверхні наконечника на його торці і вздовж образуючої отвору, величина притискання змінюється як у продольному, так і поперечному напрямках. Умовились, що у точці максимального притискання (по вертикальним осям симетрії дроту і наконечника) виступи-конуси дроту і наконечника розташовуються симетрично і площа контакту перпендикулярна їх осям симетрії. З відхиленням від вертикальних осей симетрії дроту і наконечника за рахунок різниці їх діаметрів осі симетрії виступів-конусів дроту і наконечника совпадати не будуть. Площадка контакту буде розташована не перпендикулярно їх осям і буде змінювати форму з округлості до еліпсу. Але з огляду на досить невеликі відхилення розташування площадок контакту від осей симетрії припустили, що величина їх нахилу і зміна форми змінюються незначно.

Умовилися, що для визначення впливу стану поверхні на величину S_O площадок контакту між поверхнями розрахунок площадок проводився для того часу, коли відбувся знос виступів-конусів поверхні наконечника на третину. Вибір такого часу з'язан с тим, що для з'ясування впливу стану поверхні наконечника на величину площадок контакту розрахунки площадок бажано проводити на максимально початкових стадіях експлуатації наконечника з мінімальним його зносом. При вибіру більшого часу для розрахунків в наконечнику зростає електроерозійна складова зносу, з'являються лунки та кратери, які значно змінюють початкове значення величини шоркості, що ускладнює процес проведення розрахунків.

Було вибрано шість наконечників для зварювання дротом діаметром d_{op} 1,2 мм з різним станом поверхні внутрішнього каналу. Шоркості поверхні кожного з них становила відповідно \square 1,6; 0,8; 0,4; 0,2; 0,1 і 0,06 мкм. Вибір такого діапазону шоркості обумовлений найпоширенішими технологіями виготовлення отвору внутрішнього каналу. Стан поверхні \square 1,6 мкм формується свердлінням, \square 0,8 мкм шліфуванням, \square 0,4 мкм поліруванням. Наконечників зі станом поверхні \square 0,2; 0,1 і 0,06 мкм не випускають, але для розширення розглядаемого діапазону шоркості вирішили включити і ці значення у дослід. Далі припустили, що шоркості омідненого дроту у кожному окремому випадку рівнялася шоркості поверхні внутрішнього отвору наконечника. Діаметр D_n внутрішнього отвору склав 1,22 мм.

Далі було зроблено ще одне припущення: висоти усіх виступів-конусів $H_{B,n}$ чисельно рівні між собою і совпадають з параметром шоркості \square . Була розрахована величина площі площадки контакту між виступом-конусом наконечника і виступом-конусом дроту при умові, що осі конусів совпадають і сама площадка знаходилась по відношенню до осей перпендикулярно:

$$S_O = \pi \cdot (D_{осн} / 2)^2 = \pi \cdot (R_{Bn} / 3)^2 = \pi \cdot (1/3 \cdot H_{Bn} \cdot \tan 30^\circ)^2; \quad (1)$$

де S_O – площа площадки контакту виступа-конуса наконечника з виступом-конусом дроту, мм²;

$D_{осн}$ – діаметр площадки контакту, мм;

R_{Bn} – радіус підстави виступу-конусу, мм;

$H_{B,n}$ – висота виступу-конусу наконечника, мм.

Величину повної площадки контакту S_K розрахуємо за формулою:

$$S_K = n_1 \cdot n_2 \cdot S_O; \quad (2)$$

де n_1 – кількість виступів-конусів поперечного перерізу отвору наконечника, які знаходяться у контакті з виступами-конусами дроту і розташовані по радіусу отвору на величину кута α (величина α визначається з креслення);

n_2 – кількість виступів-конусів подовжного перерізу внутрішнього каналу наконечника, які знаходяться у контакті з виступами-конусами дроту.

У свою чергу величини \square і \square розраховуються за формулами (3) і (4) відповідно:

$$n_1 = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot \pi \cdot \frac{D_n}{4R_{Bn}}, \quad (3);$$

$$n_2 = \frac{L}{4R_{Вн}}, \quad (4);$$

де L – довжина внутрішнього каналу наконечника.

Всі дані зведено у табл. 2.

Таблиця 2

Параметри контакту поверхонь електродного дроту і наконечника

Шорсткість, мкм	α , град	n_1^*	Площа контакту, мм ²	Площа контакту $\times 10^{-8}$, мм ²	Площа контакту, мм ²
1,6	8	25	6766	29,8	0,0504
0,8	24	138	13532	7,4	0,1382
0,4	24	276	27064	1,9	0,1419
0,2	70	1613	54127	0,5	0,4365
0,1	12	553	108253	0,1	0,0599
0,06	10	768	180422	0,04	0,0554

Примітка. *Величину n_1^* можна безпосередньо підрахувати з креслення у досить великому масштабі.

Як видно з таблиці площа контакту між поверхнею отвору наконечника і зварювальним дротом з шорсткістю 0,2 мкм перевищує площу контакту наконечників з жорсткістю 1,6; 0,8; 0,4; 0,1 і 0,06 мкм відповідно у 8,7; 3,2; 3,1; 7,3 і 7,9 разів.

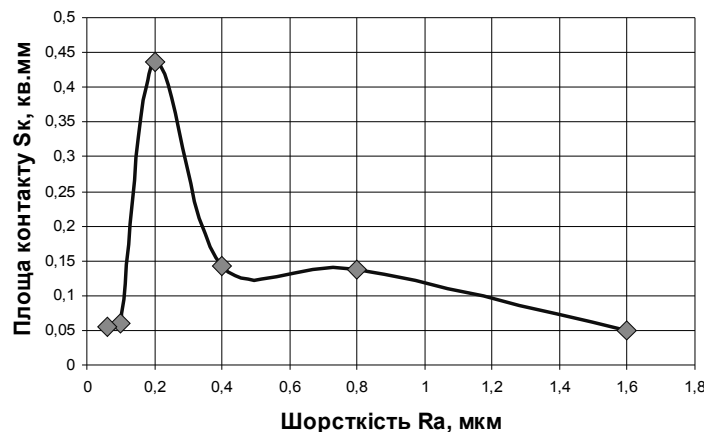


Рис. 5 – Залежність площі контакту між струмопідвідним наконечником і зварювальним дротом від шорсткості поверхні внутрішнього каналу наконечника

Висновки

1. Зношення наконечника ітенсивніше всього відбувається на його торцевій частині.
2. Зі зменшенням шорсткості внутрішнього каналу наконечника відбувається збільшення площі контакту між ним і зварювальним дротом до певного значення, після його перетинання площа контакту зменшується.
3. Для забезпечення більшої стійкості процесу зварювання механізованим і автоматичним способами краще використовувати наконечники з шорсткістю внутрішнього каналу 0,4 і 0,8.

Література

1. Чвертко А.И., Патон Б.Е., Тимченко В.А. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки. – М.: Машиностроение, 1981. – 264 с.
2. Чубуков А.А. Влияние износа наконечника на технологические параметры процесса сварки // Свароч. пр-во. – 1980. – № 1. – С. 26–27.
3. Абрамов О.О., Завгородній В.В. Механічна складова зносостійкості струмопідвідних наконечників зварювальних пальників // Проблеми трибології (Problems of Tribology). – 2009. – № 2. – С. 36-40.

4. Абрамов О.О., Завгородній В.В. Определение электроэрозионной составляющей износа наконечников токоподводящих мундштуков сварочных горелок // Проблемы трибологии (Problems of Tribology). – 2012. – № 2. – С. 32-36.

5. Алехнович В.О., Прошин О.О., Рудик О.Ю. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Короткий довідник для студентів інженерно-технічних спеціальностей. – Хмельницький: ХНУ, 2005. – 124.

Поступила в редакцію 01.12.2015

Zavgorodniy V.V., Abramov A.A., Vychavka A.A. **Influence of surface conductive tip on the area of contact between him and welding wire.**

To ensure continuity of welding works must have a reliable contact between the tip and wire. The magnitude of the contact area depends on many factors. But one of the most important is the state of the surface of the inner channel tip. When performing welding using strumopidvidni tip that vyhovleni of different materials, in different ways, with different surface state, yii shorskisty. During operation, the surface state of internal channel tip pereterpaye changes. When traffic on the wire feed tip as a consequence of friction and the passage of electric current, and action mikroiskor, a change in the contact area between the wire tip and that affects the value of the welding current and, consequently, the stability of the arc.

Considered pattern changes in the area of contact between the conductive tip and welding wire depending on the state of the internal surface of the tip of the channel, its roughness. The identified location largest demolition tip. Naiden dependence of the contact area on the change of roughness. Detected roughness value at which the contact area is the maximum value. Optimalnyy defined surface state of internal channel tip.

Keywords: roughness, conductive tip, wear, contact area, welding wire.

References

1. Chvertko A.I., Paton B.E., Timchenko V.A. Oborudovanie dlja mehanizirovannoj dugovoj svarki i naplavki, M.: Mashinostroenie, 1981, 264 p.

2. Chubukov A.A. Vlijanie iznosa nakonechnika na tehnologicheskie parametry processa svarki, Svaroch. pr-vo, 1980, No 1, pp. 26–27.

3. Abramov O.O., Zavhorodniy V.V. Mekhanichna skladova znosostiykosti strumopidvidnykh nakonechnykh zvaryval'nykh pal'nykh, Problemy trybolohiyi (Problems of Tribology), 2009, No2, pp. 36–40.

4. Abramov O.O., Zavgorodniy V.V. Opredelenie jelektrojerozionnoj sostavlajushhej iznosa nakonechnikov tokopodvodjashhih mundstukov svarochnyh gorelok, Problemi tribologii (Problems of Tribology), 2012, No 2, pp. 32–36.

5. Alekhnovykh V.O., Proshyn O.O., Rudyk O.Yu. Vzayemozaminnist', standartyzatsiya ta tekhnichni vymiryuvannya. Korotkyy dovidnyk dlya studentiv inzhenerno-tekhnichnykh spetsial'nostey, Khmel'nyts'kyy, KhNU, 2005, 124 p.