

УДК 621.762.4

Р.В. Ворон, В.Ю. Баліцький, О.О. Гончарук¹

1 – Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" м. Київ

СПОСІБ ЛАЗЕРНОГО СПІКАННЯ АБРАЗИВНОГО СТРУННОГО ІНСТРУМЕНТУ

Абразивна струна, як інструмент, має широке використання в сучасній промисловості. Основними галузями застосування є будівельна, гірничодобувна, та харчова. Основою для даного типу інструменту є металевий дріт різного діаметру (в залежності від призначення інструменту), на котрому сформований абразивний шар рис.1 [1-2].

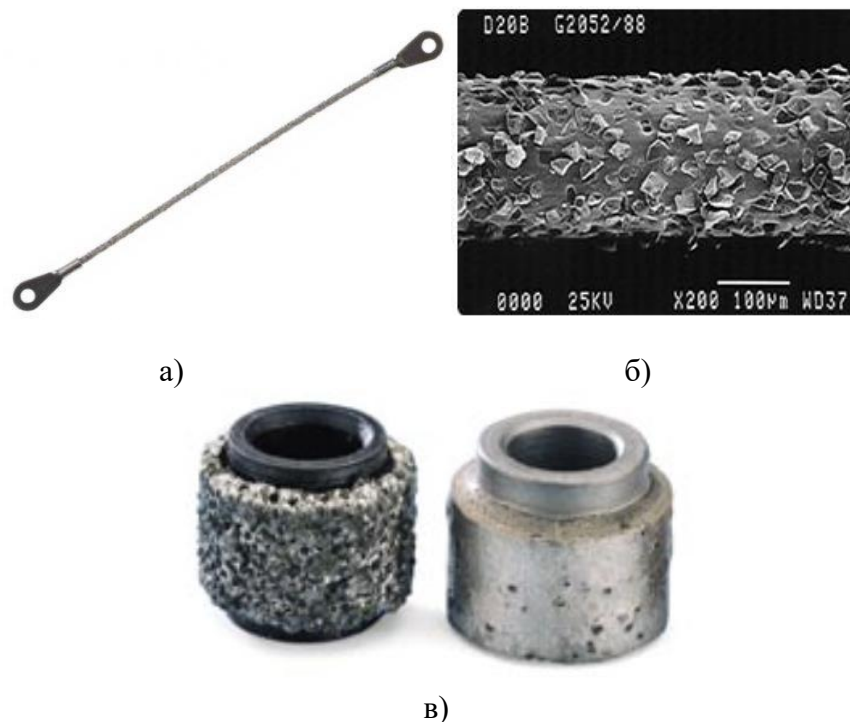


Рис. 1. Зовнішній вигляд алмазного струнного інструменту: а – загальний вид; б – збільшений $\times 200$; в – алмазні буси – отримані електролітичним способом та наплавкою

Основними недоліками сучасного струнного інструменту є: висока трудо- та енергоємність процесу наплавки та електролітичного осадження; низька продуктивність виготовлення інструментів; обмежений вибір зв'язок, що пов'язано з термостійкістю абразиву, обумовлює малу кількість матеріалів, які використовуються у якості зв'язок; при виготовленні струни електролітичним методом зв'язка недостатньо міцно утримують зерна абразиву, що значно обмежує продуктивність процесу різання рис.2.

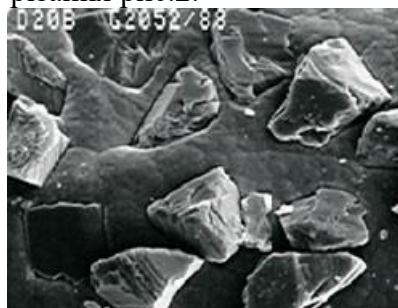


Рис. 2 Зовнішній вигляд зерен струни виготовленої електролітичним способом

Тому виникає задача в розробці способу та обладнання для виготовлення даного типу інструменту. Використання технологічного лазера у виготовленні цього типу інструменту дозволить підвищити продуктивність виробничого процесу, використовувати зв'язки з широким

діапазоном температур плавлення, використовувати металізовані абразивні матеріали та отримати вищу якість готової продукції.

Для реалізації запропонованого способу розроблена схема, яка включає 3D моделі та креслення обладнання, виготовлені макети та проведено математичне та комп'ютерне моделювання процесу лазерного формування абразивного дроту з кубічним нітридом бору (КНБ).

Для схеми виготовлення була запропонована прямокутна система переміщення дроту по колесах з увігнутим профілем, який відповідає розміру дроту, (Рис. 3). Пристрій складається з барабану подачі (1), центрувальних роликів (2), барабан прийому (4), ванни для абразиву (3), металевого дроту (5), системи подачі абразиву (6), та лазерного випромінювання (7).

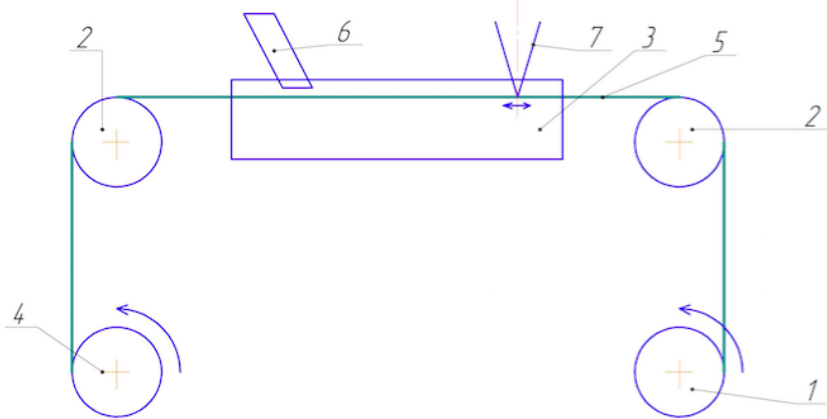


Рис. 3 Прямокутна схема виготовлення

Барабани (1) та (4) обертаються з однаковою швидкістю проти годинникової стрілки за допомогою електродвигуна, швидкість подачі залежить від розміру та типу матеріалу дроту, центрувальні ролики (2) мають такий самий напрямок обертання та призначені для чіткого позиціонування дроту до ванни абразиву, до ванни абразиву (3) через систему подачі (6) неперервно відбувається подача КНБ (зернистість залежить від технічних умов), скануючий лазерний промінь (7) рухається уздовж дроту (5) в двох напрямках для забезпечення оптимального прогріву дроту.

Друга схема реалізована по лінійному типу з обертанням дроту рис.4. Використовується для виготовлення інструменту фіксованої довжини (відрізків).

Пристрій складається з електродвигуна, черв'ячної передачі (1), патрону (2), профілюючих валиків (3), лазерного променя (4), системи подачі газу (5), системи подачі абразиву (6), ванни для абразиву (7) та дроту (8).

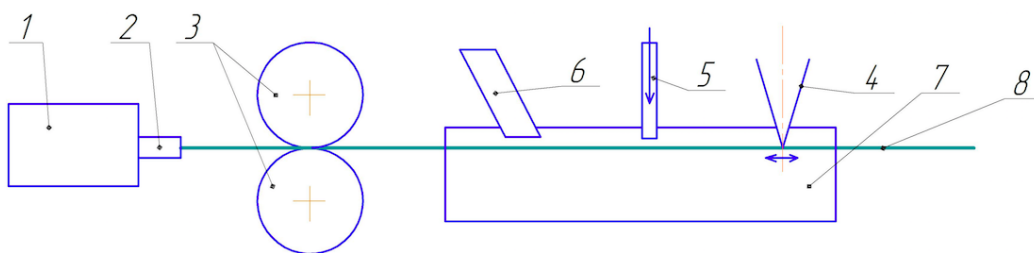


Рис. 4 Лінійна схема виготовлення

Електродвигун обертає черв'ячну передачу (1), до якої за допомогою трьох кулачкового патрону закріплений дріт (8), щоб забезпечити рівномірне обертання дроту навколо своєї осі та подачу з встановленою швидкістю, валики (3) призначені для обкатування дроту та надання йому остаточної форми, ванна з абразивом (7) виконана по закритому типу для подачі в неї газу Ar – для уникнення процесу горіння, через систему подачі (6) в ванну подається абразив, та лазерний промінь (4) діє через спеціальний отвір.

Лазерне опромінювання дослідних зразків композитів виконували на лазерно-технологічному комплексі на базі Nd:YAG-лазері «DY044» з довжиною хвилі випромінювання

$\lambda=1,06$ мкм, у якості зв'язки використовували порошок Бр010 та ПС-12Н-ВК з сферичними частками розміром ≥ 50 мкм. У якості абразивного матеріалу в розробленому способі пропонується металізований нікелем та міддю кубічний нітрид бору (КНБ) марки KB 250/200 [3, 4]. Фракція 250/200 вибрана спеціально для полегшення дослідження формування струни, у подальшому доцільно використовувати фракцію абразиву 5-60 мкм. Технологічні режими спікання дроту наступні: потужність лазерного випромінювання 300 - 500 Вт; діаметр зони фокусування – 3 мм; швидкість переміщення струни 0,06 - 2,0 м/хв; обробка проводилася на повітрі та в середовищі захисного газу (аргону) при подачі в зону обробки під кутом 45° за допомогою спеціального пристрою, витрати газу змінювався в діапазоні 2-12 л/хв.

Використання швидкісного лазерного спікання дозволяє формувати абразивний дріт вільної довжини (Рис.5). Зерна абразиву занурені у металеву зв'язку мають щільну фіксацію, рівномірний розподіл по циліндричній поверхні, що забезпечує ефективне різання.

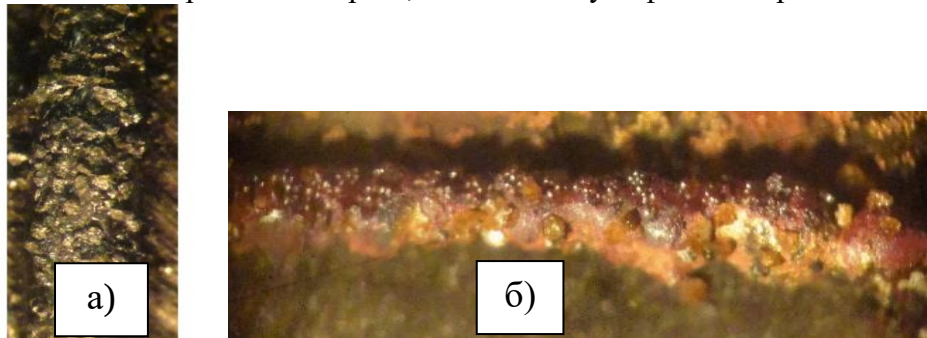


Рис. 5 Експериментальні зразки абразивного шару, що одержано методом лазерного спікання: а) Бр010+КНБ: $P=300$ Вт; $d_0=3$ мм, $v=0,4$ м/хв; б) ПС-12Н-ВК+КНБ: $P=500$ Вт; $d_0=3$ мм; $v=0,1$ м/хв; $Ar=7$ л/хв

За результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки:

Розроблені системи призначені значно покращити процес виготовлення інструменту, а саме забезпечити вищу міцність на відрив у порівнянні зі стандартними методами виготовлення, а також є дуже зручними у встановленні дроту в пристрій що призводить до підвищення продуктивності виготовлення інструменту. Дана технологія також дозволяє виготовляти широкий асортимент інструменту з різними типами основи та зв'язок.

Установлена принципова можливість використання способу лазерного спікання абразивного струнного інструменту з зносостійкими та міцними порошковими сплавами на основі нікелю та міді, який може бути застосований при виготовленні струнного інструмента. Також встановлено факт щільного охоплення абразивних зерен зв'язкою з утворенням на їх поверхнях металевих плівок.

Список використаних джерел

1. Technical Manual for Construction Cutting Specialists. Swiss Association of Concrete Drilling and Cutting Enterprises, Bellach, Switzerland. 2007
2. Konstanty J. Powder Metallurgy Diamond Tools. Powder Metallurgy Dept., University of Mining and Metallurgy, Krakow, Poland. Published by Elsevier Ltd. 2005
3. Grigoriev A.M. (2007) "The laser precise processing of sheet boron nitride materials", Saint Petersburg.
4. Гончарук О.О. Вплив лазерного опромінення з різною довжиною хвилі на міцнісні характеристики кубічного нітриду бору / О.О. Гончарук, Л.Ф. Головка, О.Д. Кагляк, А.М. Лутай, Сороченко В.Г. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. – Харків: НТУ «ХПІ» – 2012. – №33 – С. 37-44.