

ЗМІЦНЕННЯ ТВЕРДОГО СПЛАВУ ДЕРЕВОРІЗАЛЬНИХ ПИЛ КОМПОЗИЦІЙНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

З. С. СІРКО, кандидат технічних наук
О. С. ПРОТАСОВ, С. М. ОХРИМЕНКО, Д. П. ТОРЧИЛЕВСЬКИЙ,
Є. А. СТАРИШ, Л. М. ШЕВЧУК

Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»

E-mail: z.sirko@ukr.net

Heinrich Nickel

Altendorf GmbH & Co KG Maschinenbau

[https://doi.org/10.31548/dopovidi.2\(108\).2024.022](https://doi.org/10.31548/dopovidi.2(108).2024.022)

Анотація. У статті висвітлені питання, пов'язані із зміцненням пластинок твердого вольфрамо-кобальтового сплаву дереворізальних дискових пил новими безвольфрамowymi композиційними матеріалами. Показано, що вітчизняний твердий сплав значно поступається аналогічному твердому сплаву зарубіжного виробництва. Це, насамперед, пов'язано із технологією його виготовлення (недосконалістю устаткування для розмелювання вольфраму, що не дає можливість отримувати потрібну його дисперсність та способом спікання). Зазначено, що одним із шляхів вирішення даних проблем є розроблення технології зміцнення пластинок твердого сплаву, яка дасть можливість підвищити показники стійкості інструменту. Підвищити стійкість до зношення можна спеціальним поверхневим обробленням за допомогою нових композиційних матеріалів, що змінює такі властивості основного матеріалу, як твердість, корозійну та експлуатаційну зносостійкість та міцність. Проблема поверхневого зміцнення дереворізального інструменту із застосуванням зносостійких покриттів досить актуальна, так як відкриває широкі можливості із створення нових спеціальних матеріалів з принципово новими фізико-механічними та фізико-хімічними властивостями. До прогресивних технологій отримання таких покриттів відноситься метод їх формування під дією концентрованих потоків енергії із застосуванням електроіскрового легування. Основною перевагою поверхневого оброблення матеріалів є те, що не зважаючи на високу твердість та міцність поверхневого шару зберігається висока пластичність і в'язкість основи. Тому актуальними є дослідження, що направлені на зміцнення новими матеріалами дереворізальних пил методом електроіскрового легування.

Ключові слова: дереворізальні пили, твердий сплав, зміцнення, композиційні матеріали, електроіскрове легування

Постановка	проблеми.	дереворізального інструменту з
Розвиток	деревоброблювальних	високими зносостійкими
технологій	на сучасному етапі	властивостями. У той же час
потребує	високоякісного	вітчизняний твердий вольфрамо-

Сірко З. С., Протасов О. С., Охріменко С. М., Торчиловський Д. П., Стариш Є. А., Шевчук Л. М. Nickel H. кобальтовий сплав за своїми стійкісними показниками поступається аналогічному твердому сплаву зарубіжного виробництва (Prokorporovich, 2020). Це, насамперед, пов'язано із технологією його виробництва. Наприклад фірма «LEUKO» (Німеччина) завдяки досконалій технології розмолу вольфраму із застосуванням сучасного устаткування дає можливість отримувати необхідну дисперсність матеріалу. Досить вагоме значення має технологія спікання твердого сплаву, що є науково-технічним здобутком фірми і її технологічним надбанням. Оптимізація властивостей матеріалів – один із основних шляхів підвищення експлуатаційних характеристик дереворізального інструменту. Така зміна властивостей може досягатися як об'ємним легуванням матеріалу, тобто введенням в нього других більш стійких до зношення речовин, так і спеціальним поверхневим обробленням, що змінює такі властивості основного матеріалу, як твердість, корозійну та експлуатаційну зносостійкість, міцність тощо (Vlasenko, 2019; Litovchenko, & Ivanova L.P., 2016; Palivoda, Dyachun, Leshchuk, 2019). Проблема поверхневого зміцнення дереворізального інструменту із застосуванням зносостійких покриттів є однією з актуальних, оскільки відкриває широкі можливості із створення спеціальних матеріалів з принципово новими фізико-механічними та заданими експлуатаційними властивостями для інструменту. Основною перевагою поверхневого оброблення матеріалів є те, що незважаючи на високу твердість та міцність поверхневого шару зберігається висока пластичність і в'язкість основи. Поверхнєве зміцнення інструменту дає великий економічний ефект за рахунок підвищення у 3 – 4 рази його терміну служби через збільшення не тільки твердості, але також зносо-жаро-корозійної стійкості робочої поверхні. До прогресивних технологій отримання таких покриттів відносяться методи їхнього формування під дією концентрованих потоків енергії, насамперед із застосуванням лазерного і електроіскрового легування. Новим напрямком є створення економічних високоефективних композиційних матеріалів на основі тугоплавких з'єднань та кераміки, що мають більш високий рівень фізико-механічних та фізико-хімічних властивостей у порівнянні з матеріалами, які традиційно використовують. До числа таких матеріалів відносяться безвольфрамові тверді сплави, що отримують методами порошкової металургії. Тому актуальними є дослідження, що направлені на зміцнення новими матеріалами дереворізальних пил методом електроіскрового легування.

Мета дослідження – збільшити експлуатаційний ресурс дереворізального інструменту шляхом електроіскрового легування твердого сплаву новими композиційними матеріалами та зменшити дефіцит твердих сплавів.

Матеріали і методи досліджень. Для проведення експериментальних досліджень були виготовлені дослідні зразки трьох дискових пил діаметром 400 мм з пластинками твердого сплаву ВК6. Кількість зубів пил – 56, товщина диску – 2,8 мм, матеріал корпусу пил – сталь 5Н1А. Для зміцнення інструменту були вибрані наступні матеріали: КТФХ, КНТ7А та ТБФХ.

КТФХ – сплав на основі карбіду титану. Карбід титану (TiC) – з'єднання вуглецю з титаном. Тугоплавкий, хімічно стійкий карбід, що має найбільшу серед карбідів твердість. В'язкими у сплаві служать нікель-молібденові сплави, сталі і т. і. Суттєва відмінність даного сплаву перед вольфрамо-кобальтовими твердими сплавами – округла форма зерен карбіду титану, що обумовлює високу зносостійкість різального інструменту за рахунок виключення наростоутворення.

КНТ7А – сплав на основі карбонітриду титану. Карбонітрид титану – твердий розчин карбідів та нітридів, що мають близькі кристалічні решітки. Сплав отримують азотуванням карбіду титана за температур вище $1200^{\circ}K$.

ТБФХ – сплав на основі бориду титану. Борид титану (TiB_2) – з'єднання бора з титаном. Тугоплавкий (точка плавлення біля $3250^{\circ}K$), з високою хімічною стійкістю.

Зміцнення зубів пил виконували методом електроіскрового легування, що полягає в створенні на поверхні матеріалу шару, легуваного за рахунок масопереносу, який проходить під час електричного розряду. Розряд електричного струму проходить при короточасному дотику аноду, що виготовлений із матеріалу, що наноситься та катоду – матеріалу підкладки (твердий сплав ВК6). Під час розриву контакту в зазорі високі температури і проходить перенос речовини анода в поверхню катода.

Електроіскрове легування проводили на установці «Елі трон-21». Основні параметри легування: струм короткого замикання – 1А; частота імпульсів – 1000 Гц; питомий час нанесення – $1\text{см}^2/\text{хв}$. Нанесення композиційних матеріалів проводили по передній, задній та бокових гранях зубів пил. Товщина нанесеного шару 30-35 мкм, мікротвердість $H = 12,5 - 16,5 \text{ ГПа}$.

Були виготовлені три експериментальні зразки дереворізальних пил із зміцнюючим обробленням зубів, а також одна контрольна пила без зміцнюючого оброблення. Розпилювали деревинностружкові плити марки П-

Сірко З. С., Протасов О. С., Охріменко С. М., Торчилевський Д. П., Стариш Є. А., Шевчук Л. М. Nickel H. А, шліфовані, товщиною 16 мм на верстаті з програмним керуванням ЦТМФ, що входить у лінію розкрою листових та плитних матеріалів МРП-1[5]. Визначали періоди стійкості пил до наступного їх перезаточення (поява сколів на матеріалі, що розпилюється).

Результати досліджень. Фізико-

механічні характеристики зон зміцнення у сталі Х12М після електроіскрового легування стандартним твердим сплавом ВК8 та новим безвольфрамовим сплавом КТФХ23 наведені у табл. 1.

1. Фізико-механічні характеристики зон зміцнення у сталі Х12М після електроіскрового легування стандартним твердим сплавам ВК8 та новим без вольфрамовим сплавом КТФХ23

Зона зміцнення	Спосіб оброблення	Ширина зони, мкм	Коефіцієнт тертя	Відносне зношення J мкм/км	Модуль Юнга, ± 30 ГПа
ВК8					
Вихідне покриття	Електроіскрове легування	15	0,11	47	374
КТФХ23					
Вихідне покриття	Електроіскрове легування	20	0,12	38	350

Для визначення ефективності електроіскрового легування стандартним твердим сплавом ВК8 та композиційним матеріалом КТФХ23 були проведені дослідження, результати яких відображені у таблиці 1.

Періоди стійкості пил до перезаточування наведені у таблиці 2.

Результати випробувань показали, що дереворізальні пили із зміцнюючим обробленням зубів мають більш високі експлуатаційні показники.

2. Періоди стійкості пил до перезаточування

Зміцнюючий матеріал	№ зразка дереворізальної пили	Період стійкості, год
КНТ7А	1	19
ТБФХ	2	18
КТФХ	3	22
Без зміцнення	Контрольний зразок	12

Із результатів досліджень видно, що найбільша стійкість пили із зміцнюючим обробленням зубів матеріалом на основі карбіду титану КТФХ, яка у 1,83 рази більша, ніж контрольної пили.

Стійкість пил зі зміцнюючим обробленням зубів матеріалами на основі карбонітриду титану КН7А і бориду титану ТБФХ дещо нижча, але перевищує стійкість контрольної пили відповідно у 1,58 і 1,5 рази. Отже, найбільш зносостійким є зміцнюючий матеріал на основі карбіду титану КТФХ.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що на відміну від контрольної пили з незміцненими зубами, на зубцях зміцнених пил не спостерігається інтенсивне початкове (первісне) зношення. Водночас швидше інших зношується задня поверхня, що вказує на абразивний характер зношення. Аналіз досліджень показав також, що під час зношення зміцнених зубів пил створюється своєрідна буферна площадка із зміцненого шару попередній і задній поверхням, що перешкоджає інтенсивному стиранню основи. При цьому дещо збільшується кут загострення, що також сприяє

підвищенню зносостійкості зубів пил. Отже, підвищення стійкості дискових пил з покриттям досягається за рахунок покращення властивостей поверхневого шару і характеру стирання, що перешкоджає інтенсивності процесу затуплення.

На основі викладеного можна рекомендувати заточення пил з покриттям проводити тільки по передній поверхні. Це збереже зміцнюючий шар на задній грані зуба, що піддається тертю та інтенсивному зношенню.

Висновки.

1. Проведені дослідження ефективних композиційних матеріалів і технологій підвищення ресурсу дереворізального інструменту з пластинками твердого сплаву показали перспективність електроіскрового легування інструменту новими композиційними матеріалами.

2. Результати досліджень показали, що найбільша стійкість пил зі зміцнюючим обробленням зубів матеріалів на основі карбіду титану КТФХ.

3. На основі досліджень можна рекомендувати заточення із зміцнюючим покриттям проводити тільки по передній грані.

3. Літовченко П.І., Іванова Л.П. (2016). Технологія конструкційних матеріалів: навчальний посібник. НАНГУ.

4. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. (2019). Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник. Тернопільський національний

Список використаних джерел

1. Прокопович І. (2020). Металознавство: навчальний посібник. ОНПУ.

2. Власенко А. (2019). Металознавство та технологія металів: підручник. Літера ЛТД.

Сірко З. С., Протасов О. С., Охріменко С. М., Торчилевський Д. П., Стариш Є. А., Шевчук Л. М. Nickel Н. технічний університет імені Івана Пулюя. НАНГУ.

5. Сірко З.С. (2017). Експлуатація лісопиляльних рам. Центр учбової літератури.

References

1. Prokopovich I. (2020). Metallurgy: textbook. ONPU.

2. Vlasenko A. (2019). Materials science and technology of metals: textbook. Letter LTD.

3. Litovchenko P.I., Ivanova L.P. (2016). Technology of structural materials: a study guide. NANGU.

4. Palivoda Yu.E., Dyachun A.E., Leshchuk R.Ya. (2019). Tool materials, cutting modes, technical standardization of mechanical processing: training manual. Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu. NANGU.

5. Sirko Z.S. (2017). Operation of sawmill frames. Center of educational literature.

STRENGTHENING OF THE CARBIDE ALLOY OF WOOD CUTTING SAWS WITH COMPOSITE MATERIALS

Z. Sirko, O. Protasov, S. Okhrimenko, D. Torchilevsky, E. Starish, L. Shevchuk, H. Nickel

Abstract. *The article covers issues related to the strengthening of solid tungsten-cobalt alloy plates of wood-cutting disc saws with new tungsten-free composite materials. It is shown that the domestic hard alloy is significantly inferior to the similar hard alloy of foreign production. This is primarily related to the technology of its production (the imperfection of the equipment for grinding tungsten, which does not make it possible to obtain the required dispersion and the method of sintering). It is noted that one of the ways to solve these problems is the development of a technology for strengthening hard alloy plates, which will make it possible to increase the stability indicators of the tool. Wear resistance can be increased by special surface treatment with the help of new composite materials, which changes such properties of the main material as hardness, corrosion and operational wear resistance, and strength. The problem of surface strengthening of wood-cutting tools with the use of wear-resistant coatings is quite urgent, as it opens wide opportunities for the creation of new special materials with fundamentally new physico-mechanical and physico-chemical properties. Advanced technologies for obtaining such coatings include the method of their formation under the action of concentrated energy flows with the use of electrospark alloying. The main advantage of the surface treatment of materials is that despite the high hardness and strength of the surface layer, the high plasticity and viscosity of the base is preserved. That is why research aimed at strengthening wood-cutting saws with new materials using the electrospark alloying method is relevant. The purpose of the research is to increase the service life of the wood-cutting tool by electrospark alloying of hard alloy with new composite materials and to reduce the shortage of hard alloys. The research results showed that dusts with strengthening treatment of teeth with a material based on titanium carbide $KT\Phi X$ have the greatest resistance.*

Keywords: wood cutting saws, hard alloy, strengthening, composite materials, electrospark alloying