

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту

ІТТ | ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ
ТРАНСПОРТНІ
ТЕХНОЛОГІЇ



ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ



ІТТ2024

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 5-ої міжнародної
науково-технічної конференції**

«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Харків 2024

5-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 25–27 листопада 2024 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – 339 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за чотирма напрямками: розвиток інтелектуальних технологій при управлінні транспортними системами; транспортні системи та логістика; інтелектуальне проектування та сервіс на транспорті; функціональні матеріали та технології при виготовленні та відновленні деталей транспортного призначення.

© Український державний університет
залізничного транспорту, 2024

УДК 620.18

**ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ЗА
РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ НОВОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО
КЕРАМІЧНОГО МАТЕРІАЛУ**

**IMPROVING THE PRODUCTIVITY OF CUTTING TOOLS THROUGH
THE USE OF A NEW COMPOSITE CERAMIC MATERIAL**

*канд. техн. наук В.П. Нерубацький, д-р техн. наук Е.С. Геворкян,
канд. техн. наук А.О. Каграманян, канд. техн. наук Л.В. Волошина,
магістрант С.С. Огурцов*
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

*V.P. Nerubatskyi, PhD (Tech.), E.S. Hevorkian, Dr. Sc.,
A.O. Kagramanian, PhD (Tech.), L.V. Voloshyna, PhD (Tech.),
S.S. Ohurtsov, graduate student*
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Якість матеріалів різального інструменту є одним з визначальних факторів під час механічної обробки. Підвищення продуктивності різального інструменту може бути досягнуто за рахунок використання сучасних композиційних керамічних різальних матеріалів. Ці матеріали повинні характеризуватися високою твердістю, зносостійкістю, міцністю, ударною в'язкістю, стійкістю до окислення [1]. Крім того, матеріали різальних інструментів повинні витримувати екстремальні умови різання, наприклад, висока температура і тертя між заготовкою та поверхнею різального інструменту. Цього можна досягти за допомогою обробки поверхні, а також за рахунок застосування гарячого пресування та іскрового плазмового спікання.

Різноманіття оброблюваних металів вимагає створення широкого асортименту різальних матеріалів, кожен з яких мав би свою специфічну галузь застосування [2]. У сучасному процесі металообробки застосовуються інструменти на основі тугоплавких сполук чотирьох видів: тверді сплави, безвольфрамові тверді сталі, карбідосталі та кераміка.

Розробка високоефективних інструментальних керамічних матеріалів є актуальним завданням сучасності, оскільки це підвищує продуктивність обробки, зносостійкість та якість оброблених деталей. Крім того, це сприяє розширенню сфери застосування інструментальних матеріалів за рахунок усунення дорожчих процесів шліфування алмазними абразивними колами [3].

Створення нових матеріалів з наперед заданими властивостями є чи не найважливішим питанням і проблемою сучасного матеріалознавства. Різальна кераміка на основі Al_2O_3 , зміцнена 10...20 мас.% волокон карбіду кремнію,

забезпечує високу чистоту обробленої поверхні [4, 5]. Проте з точки зору забезпечення якості обробленої поверхні інтерес представляє різальна кераміка на основі Cr_2O_3 . Цей матеріал має хороші абразивні властивості і застосовується як полірувальні пасти. Оксид хрому будучи вогнетривким матеріалом [6] з високою температурою плавлення і стійкістю до окислення, широко застосовується для отримання кераміки [7]. Крім того, Cr_2O_3 є носієм для каталізаторів або входить до їх складу, що дає змогу застосовувати такі каталізатори аж до $1000\text{ }^\circ\text{C}$ без помітної зміни складу.

Одним з перспективних способів отримання щільних виробів з Cr_2O_3 є введення добавок, які активно взаємодіють з оксидом і тим самим запобігають його дисоціації. Одним із таких матеріалів є ультрадисперсний порошок нітриду алюмінію. З метою максимального ущільнення матеріалу на початковій стадії для зниження температури і часу гарячого пресування суміші «оксид хрому – нітрид алюмінію» попередньо пресували в сталевих прес-формах. Після холодного пресування у вакуумі зразки встановлювали у графітові прес-форми і піддавали гарячому пресуванню. Гаряче пресування суміші Cr_2O_3 –15 мас.% AlN –10 мас.% TiO_2 проводили за температур 1500 – $1700\text{ }^\circ\text{C}$ при тиску 15 – 30 МПа.

Визначено закономірності впливу домішок нітриду алюмінію на структуру та фізико-механічні властивості інструментальних матеріалів на основі синтезованого нанопорошку оксиду хрому. Так, структура композиту залежить як від температури, так і від часу гарячого пресування. При збільшенні часу гарячого пресування до 30 хв розмір окремих зерен досягає 5 мкм. Виконано порівняння характеристик оцінки якості обробки поверхні загартованої сталі стандартними різальними пластинами виробництва Sandvik Coromant і пластинами з розробленого на основі оксиду хрому матеріалу. Визначено, що якість обробленої загартованої сталі пластинами з розробленого на основі оксиду хрому матеріалу не гірше, ніж у стандартних імпортованих пластин з кубічного нітриду бору Боразон (Sandvik Coromant). Введення нітриду алюмінію запобігає деструкції оксиду хрому у процесі гарячого пресування за рахунок реакційного спікання та дає змогу покращити міцність і підвищити теплопровідність інструментального матеріалу. Для поліпшення якості обробки поверхні високотвердої сталі слід оптимізувати геометрію ріжучої частини керамічної пластини, а також якість поверхні самих пластин.

[1] Rizzo A., Goel S., Grilli M. L., Iglesias R., Jaworska L., Lapkovskis V., Novak P., Postolnyi B. O., Valerini D. The critical raw materials in cutting tools for machining applications: a review. *Materials*. 2020. Vol. 13, Iss. 6. 1377. DOI: 10.3390/ma13061377.

[2] Jung C.-H., Lee S.-J. Machining of hot pressed alumina–boron carbide composite cutting tool. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. 2005. Vol. 23. P. 171–173. DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2005.02.001.

[3] Costa S., Pereira M., Ribeiro J., Soares D. Texturing methods of abrasive grinding wheels: A systematic review. *Materials*. 2022, Vol. 15, Iss. 22. 8044. DOI: 10.3390/ma15228044.

[4] Gevorkyan E. S., Nerubatskyi V. P., Vovk R. V., Morozova O. M., Chyshkala V. O., Gutsalenko Yu. G. Revealing thermomechanical properties of Al_2O_3 –C–SiC composites at sintering. *Functional Materials*. 2022. Vol. 29, No. 2. P. 193–201. DOI: 10.15407/fm29.02.193.

[5] Gevorkyan E., Mamalis A., Vovk R., Semiatkowski Z., Morozow D., Nerubatskyi V., Morozova O. Special features of manufacturing cutting inserts from nanocomposite material Al_2O_3 –SiC. *Journal of Instrumentation*. 2021. Vol. 16, No. 10. P10015. DOI: 10.1088/1748-0221/16/10/P10015.

[6] Gevorkyan E. S., Nerubatskyi V. P., Vovk R. V., Zinchenko O. Y., Komarova H. L., Voloshyna L. V. Investigation of the features of blade processing of steels with ceramic composites based on chromium oxide. *Low Temperature Physics*. 2023. Vol. 49, No. 4. P. 433–438. DOI: 10.1063/10.0017577.

[7] Gevorkyan E., Cepova L., Rucki M., Nerubatskyi V., Morozow D., Zurowski W., Barsamyan V., Kouril K. Activated sintering of Cr₂O₃-based composites by hot pressing. *Materials*. 2022. Vol. 15, Iss. 17. 5960. DOI: 10.3390/ma15175960.

УДК 531.43

ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ НА ПОВЕРХНІ ТЕРТЯ В АБРАЗИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

HEAT RELEASE ON A FRICTION SURFACE IN AN ABRASIVE ENVIRONMENT

д.т.н. *I.M. Рыбалко*, к.т.н. *О.В. Тихонов*, Р.С. Рижков
Державний біотехнологічний університет (м. Харків)

D.Eng.Sc. I. Rybalko, PhD (Tech.) O. Tihonov, R. Ryzhkov
State Biotechnological University (Kharkiv)

Існуючі в даний час теоретичні уявлення про фізико-механічні властивості металів і сплавів, що відіграють важливу роль у процесі зношування, не можуть достатньо пояснити взаємозв'язок між зносостійкістю і окремими їх властивостями. Внаслідок цього велике значення набуває вивчення явищ у поверхневих шарах, що передують руйнуванню.

При терті металів та сплавів про абразивну поверхню в зонах локальних контактів відбувається значне тепловиділення. Інтенсивність тепловиділення та поширення тепла в поверхневому шарі залежать від фізико-механічних властивостей матеріалів, абразиву та режимів тертя.

До абразивного зношування схильна велика кількість деталей машин, що працюють в абразивному середовищі (ходова частина гусеничних тракторів і дорожньо-будівельних машин, робочі органи сільськогосподарських машин, вузли бурильного обладнання нафтової та газової промисловості тощо). Поверхня деталі може бути зруйнована як внаслідок одноактної дії абразиву, так і багатоактного процесу деформування поверхні абразивними частинками.

За характером силового впливу абразивних частинок на поверхні деталі, що труться, розрізняють (рис. 1): а – ковзання деталі по монолітному; б – кочення деталі за абразивом; в – зіткнення з частинками абразиву; г – зіткнення деталі з монолітним абразивом;

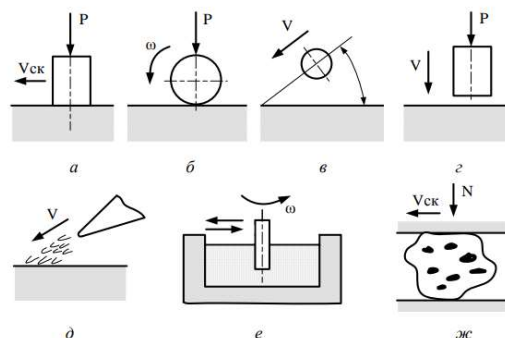


Рис. 1. Схеми взаємодії абразивних частинок з деталлю