



УДК 621.923

## **ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ НА ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ШЛІФУВАННЯ КРУГАМИ З НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ЗМІНЕНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ АБРАЗИВНОГО ШАРУ**

*В.І. Лавріненко, О.А. Девицький<sup>1</sup>, В.Ю. Солод<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН  
України,*

*04074, м. Київ, вул. Автозаводська, 2, e-mail: [devitsky@mail.ua](mailto:devitsky@mail.ua)*

*<sup>2</sup>Дніпродзержинський державний технічний університет,  
51918, м. Дніпродзержинськ, вул. Дніпробудівська, 2, e-mail:  
[v\\_solod@ukr.net](mailto:v_solod@ukr.net)*

В сучасних реаліях розвитку машинобудування значна увага приділяється продуктивним процесам оброблення, що ґрунтуються на застосуванні сучасних інструментів з високою різальною здатністю. Для процесів абразивного оброблення такими інструментами є шліфувальні круги з надтвердих матеріалів (НТМ), які мають досить високі експлуатаційні характеристики. Дані шліфувальні круги знайшли широке впровадження й для заточування та надання необхідної геометрії різального інструменту, що застосовується при обробленні великогабаритних деталей, зокрема корпусів бурових головок. Одним із шляхів досягнення ефективного абразивного оброблення є введення додаткової електричної енергії в зону шліфування. Проте, в такому випадку, разом з підвищенням продуктивності оброблення спостерігається збільшення відносних витрат зерен НТМ, оскільки додаткова електрична енергія, яка надходить в зону оброблення, є здебільшого надлишковою. Щоб запобігти цим негативним наслідкам, необхідно регулювати або керувати обмежувати робочу напругу джерела імпульсного струму, який подається в зону шліфування, що на практиці, в багатьох випадках, здійснити важко. Крім



того, даний метод підвищення ефективності шліфування є досить енергоємним.

В даній роботі приділено увагу вирішенню актуальної науково-технічної задачі, пов'язаної зі зменшенням енергоємності високопродуктивного оброблення інструментальних матеріалів застосуванням кругів зі зміненими характеристиками абразивного шару врахування електричних явищ, що супроводжують процес шліфування кругами з надтвердих матеріалів.

В процесі шліфування, внаслідок фрикційного контакту різальної поверхні абразивного круга та оброблюваного матеріалу, виникає електризація тертям (трибоелектризація), яка напряму пов'язана з процесом алмазно-абразивного оброблення і безпосередньо впливає на його експлуатаційні характеристики. Більш інтенсивна електризація, що спостерігається при шліфуванні, негативно впливає на зносостійкість кругів з НТМ [1]. Керувати нею можна за рахунок вибору оптимальних характеристик робочого шару інструмента. В той же час, по сигналу, створеному зарядами, що накопичуються на поверхні круга, деталі та шлам можна судити про характер абразивного оброблення, в тому числі, й про доцільність зміни характеристик робочого шару шліфувальних кругів при визначених умовах оброблення [2].

Тому, на першому етапі проведення досліджень, розглянуто особливості електризації при шліфуванні інструментальних матеріалів кругами з НТМ. Дослідження проводилися на базі модернізованого універсально-заточувального верстата моделі ЗВ642. Проводилося шліфування зразків з твердого сплаву і швидкорізальної сталі відповідно алмазними і кубонітовими кругами типу 12A2-45° габаритних розмірів 125x5x3x32 на полімерній зв'язці. Використовувалися стандартні шліфувальні круги та круги зі зміненими характеристиками робочого шару, технологія виготовлення яких розроблена в Інституті надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України. Для оцінки величини заряду досліджуваного об'єкта визначали напруженість електростатичного поля, створеного цим зарядом. Вимірювалась напруженість електростатичного поля продуктів шліфування (шламу), оскільки вони містять у своєму складі як



мікрочастинки оброблюваного матеріалу, так і робочого шару алмазно-абразивного інструменту, що дає узагальнену картину про характер оброблення. Величина напруженості електростатичного поля шламу при дослідженнях фіксувалася безконтактним шляхом вимірювачем параметрів електростатичного поля ИПЭП-1, який встановлювався на постійній відстані до вимірюваного об'єкта, на якому спостерігається накопичення зарядів.

Оскільки при шліфуванні відбувається не тільки процес різання зернами, а й трибопроцеси в зоні оброблення, то певне значення мають покриття зерен НТМ. Вплив складових такого покриття на процес електризації може бути досить суттєвим. Тому, нами проведені дослідження впливу склопокриттів зерен НТМ на величину напруженості електростатичного поля при шліфуванні зразків зі швидкорізальної сталі Р6М5 кубонітовими кругами. У якості покриттів застосовувалося скло силікатної системи  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  і свинцевої системи  $\text{PbO}-\text{ZnO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ . З метою регулювання властивостей цих покриттів до їх складу вводилися дисперсні модифікуючі домішки тугоплавких оксидів  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  і  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Дані домішки вводилися в межах 10...30 мас. %. Згідно отриманих результатів, наявність склопокриття підвищує напруженість електростатичного поля шламу після абразивного оброблення. Найбільша напруженість електростатичного поля спостерігалася після шліфування кругами з модифікаційною домішкою  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , найменша – з  $\text{TiO}_2$ , її величина відрізняється відповідно майже в 2 рази. Також встановлено, що чим більший відсотковий вміст модифікаційних домішок, тим вища напруженість електростатичного поля шламу після шліфування. Залежність зносостійкості кубонітових кругів від напруженості електростатичного поля шламу для різних модифікаційних домішок, внесених до покриття зерен з кубічного нітриду бору (КНБ) визначено при різній продуктивності оброблення. Варто зауважити, що із зростанням напруженості електростатичного поля зносостійкість кругів зменшується, а це означає, що зміною вмісту модифікаційних домішок в покритті зерен можна істотно впливати на напруженість, а значить і на зносостійкість кругів. До прикладу, введенням в склопокриття кубонітових зерен модифікаційної



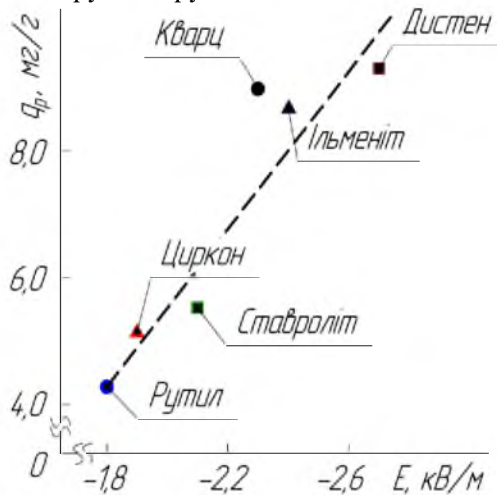
домішки  $TiO_2$  можна підвищити зносостійкість алмазно-абразивного інструменту до 3-х разів.

Наведені результати досліджень свідчать про те, що можливо і введення домішок безпосередньо до робочого шару шліфувальних кругів дозволить вплинути на характер електризації при шліфуванні, що вивчалось нами далі.

В Інституті надтвердих матеріалів ім. В.Н. Бакуля НАН України розроблені технологія та методи компактування мікропорошків КНБ фізико-хімічним синтезом, а також виготовлення з цих композиційних компактів шліфпорошків зернистостей від 630/500 до 50/40 мкм. Для визначення впливу введення компактів в робочий шар інструменту на величину напруженості електростатичного поля шламу проведено шліфування при продуктивності оброблення  $500 \text{ мм}^3/\text{хв}$  зразків твердого сплаву Т15К6 алмазним кругом з зернами АС6, а також кругами того ж типу і габаритних розмірів з комбінованим вмістом в абразивному шарі алмазного порошку зернистості 125/100 і абразивних компактів зернистостей 160/125 і 315/250, останні вводилися в двох варіантах: чисті і металізовані нікелем. Проведені дослідження показали, що введення чистих компактів призводить до певного зниження напруженості електростатичного поля. Зниженню її величини також сприяє підвищення концентрації компактів в абразивному шарі. Металізоване покриття компактів, навпаки підвищує величину напруженості електростатичного поля шламу.

Іншим випадком зміни структури абразивного шару шліфувальних кругів є введення зернистих мінеральних концентратів. В якості таких домішок до робочого шару алмазно-абразивного інструменту вводилися зернисті мінеральні концентрати українського виробництва: рутил ( $TiO_2$ ), ільменіт ( $Fe_2O_3 \cdot TiO_2$ ), дистен ( $Al_2[SiO_4]O$ ), циркон ( $Zr[SiO_4]$ ), ставроліт ( $Fe_2Al_9[SiO_4]O_7(OH)$ ) і кварц ( $SiO_2$ ). Залежність напруженості електростатичного поля шламу від характеристик кругів із зазначеними вище домішками, внесеними до робочого шару, досліджувалась при тих самих умовах, що й для кругів з вмістом компактів НТМ. Із підвищенням напруженості електростатичного поля відносні витрати алмазів в кругах також збільшуються. Оцінивши по отриманому значенню

напруженості електростатичного поля шламу зносостійкість шліфувального інструменту з НТМ, можна говорити про те, що найвищу зносостійкість мають круги з вмістом домішок рутилу, найнижчу – з домішками дистена (див. рис.). Отже, з метою підвищення зносостійкості шліфувального інструменту на високих продуктивностях оброблення, доцільно вносити до його абразивного шару саме рутил.



**Рисунок – Відносні витрати алмазних зерен при застосуванні алмазних шліфувальних кругів із введенням зернистих концентратів**

Загалом результати проведених досліджень засвідчили, що застосування покриттів зерен НТМ та зернистих абразивних домішок у робочому шарі шліфувальних кругів, які є оптимальними для заданих умов шліфування, дозволяє керувати електризацією при обробленні і, як результат, це дасть змогу підвищити зносостійкість інструменту з НТМ до 3-х разів і при цьому досягати високої продуктивності шліфування, що дозволить досягти ефективного процесу шліфування і в той же час позбутись необхідності додаткового зовнішнього електрофізичного впливу на зону контакту інструмента з деталлю, а це, у свою чергу, зменшить енергоємність абразивного оброблення майже вдвічі.



## Література

1. Лаврінченко В.І. Вплив функціональних домішок у робочому шарі кругів з надтвердих матеріалів та покриттів зерен на процеси електризації при шліфуванні / В.І. Лаврінченко, О.А. Девицький, Б.В. Ситник, С.А. Кухаренко, В.Ю. Солод // Процеси механічної обробки в машинобудуванні / Зб. наук. праць ЖДТУ. – Житомир: ЖДТУ, 2010. – Вип. 9. – С. 92 – 98.

2. Патент на корисну модель № 83782, Україна, МПК (2013.01) В23В 25/00. Спосіб оцінювання зносостійкості шліфувального інструмента з надтвердих матеріалів із введенням функціональних домішок у робочий шар інструмента / В.І. Лаврінченко, О.А. Девицький, Б.В. Ситник, С.А. Кухаренко; заявл. 19.04.13; опубл. 25.09.13, Бюл. № 18.

# **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ НА БАЗІ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА**

*І.М. Михайлів*

*Івано-Франківський національний технічний університет  
нафти і газу.*

*вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019.*

*[admin@nung.edu.ua](mailto:admin@nung.edu.ua)*

Асинхронні двигуни досі є найпоширенішими двигунами. Електроприводи на базі асинхронного двигуна є найбільшими споживачами електроенергії. Вони споживають більше 50% електроенергії. Асинхронний двигун спеціального виконання застосовується в електробурінні. Тому покращення їх ефективності дає значний ефект.

З розвитком цифрових мікропроцесорів та силової електроніки стало можливим використання не тільки таких методів управління електроприводом як векторне управління, пряме управління моментом, але і розроблення інших функцій, які роблять привід більш надійним та ефективним.

Один з найцікавіших алгоритмів, який можна використовувати в управлінні електроприводом, є алгоритм для