

4. Обработка резанием деталей с покрытиями / под общ. ред. С.А. Клименко. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2011. – 353 с.
5. Новиков Н.В. Инструменты с поликристаллическими сверхтвёрдыми материалами в технологиях механической обработки / Н.В. Новиков, С.А. Клименко // Процеси механічної обробки в машинобудуванні. – 2011. – № 10. – С. 3–22.
6. Пат. на корисну мод. № 86652. Осесиметрична різальна пластина / Н.В. Новиков, С.А. Клименко, О.С. Мановицький та ін. // Промислова власність. – 2014. – Бюл. № 1.

Поступила 26.05.14

УДК 621.923

В. І. Лавріненко, д-р техн. наук, **О. А. Дєвицький**, **Б. В. Ситник**,
В. Г. Полторацький¹, **В. Ю. Солод**, канд. техн. наук²

¹Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, м. Київ

²Дніпродзержинський державний технічний університет, Україна

ОЦІНЮВАННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ АЛМАЗНИХ ШЛІФУВАЛЬНИХ КРУГІВ ІЗ ВВЕДЕННЯМ ЗЕРНИСТИХ ДОМІШОК ДО РОБОЧОГО ШАРУ ПРИ ШЛІФУВАННІ ТВЕРДОГО СПЛАВУ

Досліджено можливість використання напруженості електростатичного поля шламу як оцінювального критерію, за значенням якого можна судити про зносостійкість алмазних кругів із введенням до робочого шару зернистих домішок. Показано, що для зниження інтенсивності електризації в зоні шліфування і, як наслідок, підвищення зносостійкості шліфувальних кругів, заміну алмазних зерен в їх робочому шарі необхідно проводити за рахунок компактів мікропорошків КНБ і зернистого мінерального концентрату рутилу.

Ключові слова: *круги з надтвердих матеріалів, абразивне оброблення, електричні явища, що супроводжують шліфування.*

У сучасних умовах важливо застосовувати ефективні абразивні інструменти з надтвердих матеріалів (НТМ). Проте при продуктивному шліфуванні важкооброблюваних матеріалів не завжди вдається забезпечити необхідну різальну здатність такого інструменту і водночас уникнути значних витрат зерен НТМ. З огляду на це важливо застосовувати інструмент зі зміненими характеристиками робочого шару, що сприятиме підвищенню зносостійкості шліфувальних кругів.

Слід зауважити, що шліфування супроводжується трибоелектризацією, яка виникає внаслідок фрикційного контакту робочого шару інструменту та оброблюваної деталі. Цей ефект безпосередньо пов'язаний зі зносостійкістю кругів з НТМ, оскільки при шліфуванні внаслідок накопичення надлишкового заряду знос посилюється. Однією з характеристик, що визначає електризацію при шліфуванні, є напруженість електростатичного поля, створеного зарядами, що накопичуються на поверхні інструменту, деталі та шлами.

Мета цієї роботи – визначити можливість оцінювання зносостійкості алмазних шліфувальних кругів із введенням до робочого шару зернистих домішок при шліфуванні твердого сплаву за рахунок використання у якості оцінювального критерію напруженості електростатичного поля шламу.

У дослідженні напруженість електростатичного поля фіксували безконтактно вимірювачем параметрів електростатичного поля ИПЭП-1, який встановлювали на постійній

відстані до вимірювального об'єкта, на якому накопичувались заряди. Взаємозв'язок напруженості електростатичного поля та заряду, який створює це поле, можна визначити за формулою [1]:

$$E = K \cdot q,$$

де $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 2,2 \cdot 10^{13}$ В/(м·Кл) – коефіцієнт, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – електрична стала,

$r = 20$ мм – постійна відстань до об'єкта вимірювання.

Зносостійкість алмазних кругів оцінювали за напруженістю електростатичного поля продуктів шліфування (шламу), оскільки вони містять мікрочастинки як оброблюваного матеріалу, так і робочого шару алмазно-абразивного інструменту [2].

Оскільки на електризацію при обробленні впливає введення до абразивного шару інструменту домішок, на першому етапі визначали взаємозв'язок зносостійкості шліфувальних кругів та напруженості електростатичного поля шламу при шліфуванні твердого сплаву ВК6 алмазними кругами форми 12А2-45°, габаритних розмірів 125x5x3x32 на полімерному зв'язуючому В2-08 з концентрацією алмазних зерен 100%, а також із заміною 25% зерен від загальної концентрації на компакти мікропорошків кубічного нітриду бору (КНБ) зернистістю 160/125, попередньо металізовані нікелем (КМ 3/1)_{метал.} Під час шліфування визначали напруженість електростатичного поля шламу, а також з метою оцінювання зносостійкості інструменту лінійним методом відносні витрати різальних зерен. Результати дослідження наведено в табл. 1.

Проаналізувавши дані табл. 1, зауважимо, що при шліфуванні твердого сплаву ВК6 алмазними кругами із введенням до робочого шару компактів мікропорошків КНБ напруженість електростатичного поля шламу, що характеризує електризацію при обробленні, знижується. Кореляційні залежності відносних витрат НТМ у шліфувальних кругах від напруженості електростатичного поля шламу показано на рис. 1.

Таблиця 1. Зв'язок відносних витрат зерен НТМ з напруженістю електростатичного поля та продуктивністю оброблення

Характеристика НТМ	Продуктивність оброблення Q , мм ³ /хв	Напруженість електростатичного поля шламу $ E $, кВ/м	Відносні витрати зерн НТМ q_p , мг/г
АС6 125/100–100%	106,5	2,0	2,90
	177,5	1,9	8,15
	266,25	1,7	5,64
	355	2,2	8,67
	532,5	2,1	21,72
	710	2,5	23,04
АС6 125/100–75%+(КМ 3/1) _{метал.} –25%	106,5	1,7	1,40
	177,5	1,1	2,82
	266,25	1,4	3,60
	355	1,9	6,05
	532,5	1,9	15,14
	710	2,2	19,79

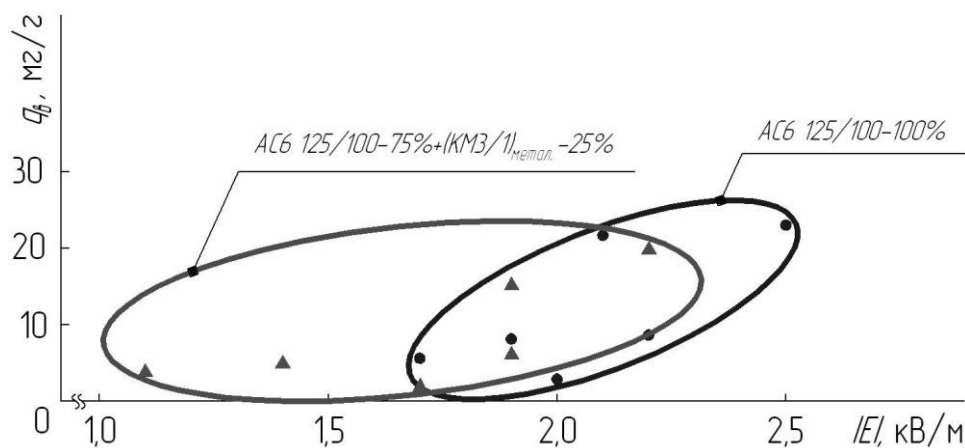


Рис. 1. Кореляційні залежності відносних витрат НТМ в алмазних кругах від напруженості електростатичного поля шламу

Згідно з рис. 1 із введенням до абразивного шару алмазних кругів компактів мікропорошків КНБ знижується напруженість електростатичного поля шламу та відповідно підвищується зносостійкість інструменту. Вищій напруженості електростатичного поля шламу відповідають більші відносні витрати НТМ, що підтверджує можливість її застосування як оцінювального критерію зносостійкості алмазно-абразивного інструменту.

Одним з випадків підвищення зносостійкості шліфувальних кругів є зміна структури робочого шару шляхом введення зернистих мінеральних концентратів [3]. До робочого шару шліфувального інструменту вводили зернисті мінеральні концентрати вітчизняного виробництва: рутил (TiO_2), ільменіт ($Fe_2O_3 \cdot TiO_2$), дистен ($Al_2[SiO_4]O$), циркон ($Zr[SiO_4]$), ставроліт ($Fe_2Al_9[SiO_4]O_7(OH)$) та кварц (SiO_2).

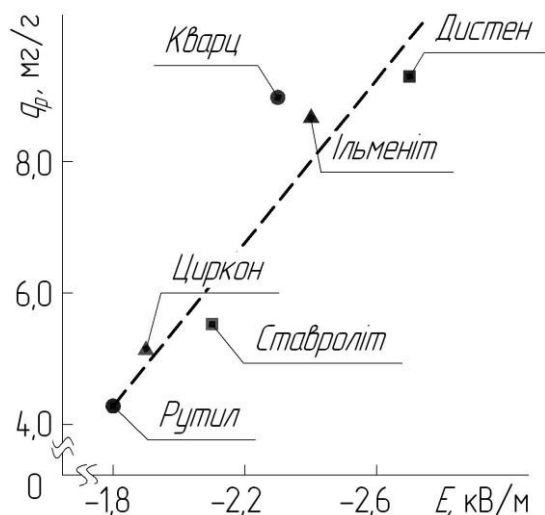


Рис. 2. Зв'язок між напруженістю електростатичного поля шламу та відносними витратами зерен при застосуванні алмазних шліфувальних кругів із введенням зернистих мінеральних концентратів

Твердий сплав Т15К6 шліфували кругами форми 12А2-45°, габаритних розмірів 125x5x3x32 на полімерному зв'язуючому В2-08 із введенням до робочого шару зернистих домішок при продуктивності оброблення $Q = 500 \text{ мм}^3/\text{хв}$.

Зв'язок між напруженістю електростатичного поля шламу та відносними витратами НТМ при шліфуванні алмазними кругами з введенням до робочого шару зернистих мінеральних концентратів показано на рис. 2.

З даних рис. 2 випливає, що вищій напруженості електростатичного поля шламу відповідають більші відносні витрати НТМ. Отже, для зниження інтенсивності електризації в зоні шліфування і як наслідок підвищення зносостійкості шліфувальних кругів частково алмазні зерна в їх робочому шарі необхідно замінювати зернистим мінеральним концентратом рутилу.

Для додаткової перевірки зробленого висновку здійснили оцінне дослідження напруженості електростатичного поля шламу при шліфуванні твердого сплаву Т15К6 з різною продуктивністю оброблення для двох кругів з робочими шарами: АС6 125/100–В2-08–100 та АС6 125/100–75%+Рутил–25%–В2-08 (табл. 2).

Таблиця 2. Залишкова напруженість електростатичного поля шламу при шліфуванні твердого сплаву Т15К6 за різної продуктивності шліфування

Продуктивність шліфування Q , мм ³ /хв	Залишкова напруженість електростатичного поля шламу $ E $, кВ/м	
	АС6 125/100–100–В2-08	АС6 125/100–75%+Рутил–25% – В2-08
100	0,6	0,2
200	1,1	0,9
300	1,4	1,3
400	1,9	1,6
500	2,1	1,8

Результати аналізу даних табл. 2 свідчать, що із підвищенням продуктивності оброблення підвищується напруженість електростатичного поля шламу, але при цьому завжди вміст рутилу в робочому шарі призводить до її зниження, а це означає, що знос кругів з рутилом нижчий, ніж звичайних алмазних кругів. Для перевірки цього припущення дослідили зносостійкість зазначених шліфувальних кругів при шліфуванні твердого сплаву Т15К6 за продуктивності оброблення 500 мм³/хв (поперечна подача – 0,1 мм/пдв.х). Результати дослідження показали, що відносні витрати алмазів при шліфуванні звичайними алмазними кругами для таких умов становили 8,4 мг/г, для кругів з рутилом у робочому шарі – 6,9 мг/г, що й прогнозували згідно з даними табл. 2.

Отже, з наведеного випливає, що при шліфуванні варто слідкувати за напруженістю електростатичного поля, оскільки вона є певним оцінювальним критерієм, за яким можна судити про зносостійкість кругів з НТМ. До переваг такого методу оцінювання зносостійкості інструменту належить те, що напруженість електростатичного поля вимірюється безконтактно, а це сприяє відмовленню від застосування додаткового громіздкого обладнання чи введення безпосереднього контакту в зону шліфування. Вимірювання напруженості електростатичного поля шламу за допомогою ИПЭП-1 не потребує подальших розрахунків та використання додаткового обладнання.

Висновки

Вищій напруженості електростатичного поля шламу відповідають більші відносні витрати НТМ, що підтверджує можливість її застосування як оцінювального критерію зносостійкості алмазно-абразивного інструменту.

Введення компактів мікропорошків КНБ до абразивного шару алмазних кругів зумовлює зниження напруженості електростатичного поля шламу та відповідно підвищення зносостійкості інструменту.

Для зниження інтенсивності електризації в зоні шліфування і, як наслідок, підвищення зносостійкості шліфувальних кругів алмазні зерна в робочому шарі слід замінювати на зернистий мінеральний концентрат рутилу.

Исследована возможность использования напряженности электростатического поля шлама в качестве оценочного критерия, по значению которого можно судить о износостойкости алмазных кругов с введением в рабочий слой зернистых примесей. Показано, что для снижения интенсивности электризации в зоне шлифования и, как следствие, повышения износостойкости шлифовальных кругов, замену алмазных зерен в их рабочем слое необходимо проводить за счет микропорошков КНБ и зернистого минерального концентрата рутила.

Ключевые слова: круги из сверхтвердых материалов, абразивная обработка, электрические явления, сопровождающие шлифование.

The possibility of using the magnitude of the electrostatic field of sludge as an assessment criterion, the magnitude of which can be seen on the wear resistance of diamond wheels with the introduction of the working layer of granular impurities. Shown to reduce the intensity electrization in the grinding zone and, as a consequence, to improve the durability of the replacement of grinding wheels diamond grains in their working layer should be carried out by CBN compacts micropowders and granular mineral concentrate rutile.

Key words: wheels of SHM, abrasive grinding, electrical phenomena accompanying the process of grinding.

Література

1. Підвищення ефективності шліфування матеріалів кругами з НТМ врахуванням електричних явищ, що супроводжують абразивну обробку // Автореф. дис. канд. техн. наук. / О.А. Девицький – К., 2014. – 20 с.
2. Вплив функціональних домішок у робочому шарі кругів з надтвердих матеріалів та покриттів зерен на процеси електризації при шліфуванні / В.І. Лавріненко, О.А. Девицький, Б.В. Ситник та ін. // Процеси механічної обробки в машинобудуванні: зб. наук. пр. ЖДТУ. – Житомир: ЖДТУ, 2010. – Вип. 9. – С. 92–98.
3. Исследование возможностей эффективного использования минеральных зернистых концентратов в качестве опорных элементов в рабочем слое алмазных кругов / В.И. Лавриненко, В.Ю. Солод, Б.В. Сытник и др. // Сверхтвердые матер. – 2012. – № 1. – С. 75–83.

Надійшла 03.06.14

УДК 621.941:534.647

Л. Н. Девин, д-р техн. наук, А. А. Осадчий, канд. техн. наук, С. В. Рычев¹,
А. В. Смерчинский²

¹Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

²Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

УЧЕТ АНИЗОТРОПИИ КРИСТАЛЛОВ АЛМАЗА ПРИ РАСЧЕТЕ ВЕРОЯТНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ РЕЗЦОВ ИЗ НИХ

Исследована вероятность разрушения резцов из монокристаллов алмаза с учетом их анизотропии при тонком косоугольном точении алюминиевых сплавов. Приведены результаты расчета вероятности разрушения резцов из монокристаллов алмаза при различных значениях скорости резания и угла наклона режущей кромки.

Ключевые слова: монокристаллы алмаза, анизотропия, вероятность разрушения, косоугольное точение, алюминиевые сплавы.

Алмазные монокристаллы наиболее эффективно применяют в резцах для чистовых операций при обработке деталей из цветных сплавов [1]. Традиционные операции, для которых используют алмазные резцы – чистовые, т.е. алмазное тонкое или микроточение. При чистовой обработке сила резания не значительна, однако напряжение, возникающее в остро заточенном лезвии резца, может быть высоким. Кроме того, с учетом высокой хрупкости алмаза, его анизотропии и сравнительно незначительной прочности при растяжении [2] даже небольшие вибрации могут способствовать сколу вершины резца. В этой связи целесообразно оценить вероятность разрушения (сколов) вершины такого резца с учетом анизотропии его свойств.