

УДК 621.923

**В.І. Лаврінченко, д.т.н.**  
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля  
Національної академії наук України

**О.О. Ситник, к.т.н., доц.**  
Науково-виробнича фірма «Карма»

### ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ КРОМКОСТІЙКОСТІ АЛМАЗНИХ КРУГІВ ЩОДО ПРОЦЕСІВ ШЛІФУВАННЯ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ІНСТРУМЕНТА БЕЗ ОХОЛОДЖЕННЯ

*Розглянуто питання підвищення кромкостійкості алмазних кругів за умов їх роботи відразу двома площинами: периферією та торцем, але ближче до крайку круга, якщо найбільше навантаження припадає на кромку круга, що спричиняє її найбільше зношування. Наведені дослідження зносостійкості алмазних кругів стосовно процесів шліфування задніх поверхонь твердосплавних відрізних пластин на оптико-шліфувальних верстатах без охолодження. Сформульовані рекомендації з підвищення кромкостійкості алмазних кругів.*

**Актуальність проблеми.** Сучасна металообробка вимагає поширеного використання багатогранних пластин складної форми. Але виробництво таких пластин є вкрай ускладненим, що пов'язано з підвищеною трудоемністю їх обробки. Шліфування пазів твердосплавних пластин складної форми переважно відбувається на оптико-шліфувальних верстатах або спеціально сиропільованими кругами. Останній варіант є придатним та економічним лише для великих об'ємів виробництва пластин, що не є характерним у сучасних ринкових умовах. Тому в більшості випадків використовують перший варіант, тим більше, що саме він є доцільним для малих підприємств, наприклад таких, як науково-виробнича фірма "Карма". Зазначимо, що при цьому виникає певна проблема, яка пов'язана зі значним зносом алмазних кругів внаслідок швидкого зношування її крайку круга та необхідності частої розмірної правки робочого шару, яка спричиняє підвищені витрати на алмазні круги. Вкажемо, що в літературі майже не зустрічаються відомості для процесів шліфування кругами з НТМ, у яких би розглядалися питання підвищення кромкостійкості шліфувальних кругів за умов профільного шліфування крайком інструмента з НТМ без охолодження. Відсутність таких відомостей якраз і не дозволяє керувати параметрами процесу обробки за рахунок обгрунтованого добору характеристик кругів та ефективних режимів обробки.

**Мета роботи** полягала у визначенні тенденцій, до яких слід прагнути щодо підвищення кромкостійкості алмазних шліфувальних кругів при шліфуванні без охолодження з боку встановлення необхідних характеристик робочого шару інструмента з НТМ.

**Основні ідеї, покладені в основу вирішення вказаної вище проблеми.** Як вказано вище, робочий шар шліфувального круга з алмазними зернами за умов різання кромкою круга знаходиться під впливом подвійного впливу навантажень і погіршеного відводу тепла із зони різання. У цьому випадку в робочому шарі круга необхідно поєднати покращений тепловідвід і врахувати технологію пресування та спікання таких кругів з метою покращення умов утримання алмазних зерен. Нами звертається увага на останнє, бо саме при шліфуванні крайком круга виникають зовсім інші умови роботи зерен, які є нехарактерними для звичайного шліфування торцем або периферією круга. Пов'язано це з тим, що за стандартних умов спікання кругів спостерігається розвалювання зерен НТМ під кутами  $45^\circ$  та  $135^\circ$  у робочому шарі відносно площини пресування [1]. В свою чергу, зерна НТМ, які розташовуються на крайку і працюють на ньому, знаходяться зовсім в інших умовах, бо мають нахил відносно складових зусиль різання вже не  $45^\circ$  та  $135^\circ$ , а  $90^\circ$  та  $180^\circ$ . Отже складається зовсім інша ситуація в роботі зерен НТМ на крайку, і треба прагнути зовсім до інших підходів, аніж це характерно для звичайного шліфування. Причина такого явища полягає у тому, що більшість дослідників ніяк не враховує просторового розташування зерен і не звертає увагу на важливість тези про регулювання коефіцієнта абразивного різання ( $f_a = Pz/Py$ ) [1, 2]. Наш підхід є діаметрально протилежним. Ми принципово виходимо з ідеї про особливий вплив реального нахилу зерен на показник коефіцієнта абразивного різання і вважаємо, що для зниження напружень на межі "зерно-зв'язка" та відповідно зносу кругів і

підвищення їх кромкостійкості за умов невеликого різання окрайком круга, в процесі шліфування необхідно прагнути не до підвищення, а до зменшення величини коефіцієнта абразивного різання і при цьому бажано збільшувати складову  $Ry$  або стримувати її від зменшення, а складову  $Rz$  необхідно зменшувати. Це повинно досягатися шляхом зниження зернистості та відносної концентрації алмазів у робочому шарі круга [2], підвищенням глибини шліфування та швидкості обертання круга. У нечисленних рішеннях, відомих з літератури, ця ідея не розглядається, бо апіорі вважається, що параметр коефіцієнта абразивного різання пічм не відрізняється для звичайного різання при шліфуванні та при різанні кромкою круга.

**Основні результати роботи та їх обговорення.** В наведених нижче дослідженнях нами, крім іншого, значна увага якраз і приділялася підтвердженню викладеної вище гіпотези про необхідність при шліфуванні окрайком круга прагнення у виборі його характеристики до зменшення зернистості алмазів та їх відносної концентрації. Дослідження проводилися у виробничих умовах Світловодського комбінату твердих сплавів та тугоплавких металів. Метою випробувань було визначення працездатності алмазних кругів форми 1А1 150×6×5×32 різних характеристик при вишліфовуванні назів по заднім поверхням відрізних пластин (рис. 1.). Марка твердого сплаву була вибрана з найбільш важкооброблюваних – Т5К10. Режими шліфування: швидкість круга – 27 м/с, повздожня подача – 5 м/хв., глибина шліфування – 0,025 мм/ндв.хв. Обробка проводилася без охолодження. На кожній пластині вишліфовувалося по 3 назі.

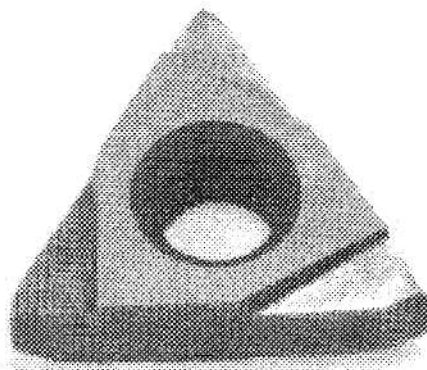


Рис. 1. Спеціальні відрізні пластини з твердого сплаву Т5К10, на яких проводилася вишліфовування назів.

Безумовно найкращим, з точки зору відведення тепла, є застосування металевих зв'язок. Але нами досліджена працездатність алмазних кругів на металевих зв'язках М1–10 та МО20–2 і встановлено, що для умов шліфування окрайком круга твердого сплаву без охолодження вони є зовсім непрацездатними, бо руйнується твердий сплав, тому більша увага була зосереджена на кругах з полімерними зв'язками. При цьому, як це було вказано нами вище, бажано прагнути до більш теплопровідних (електропровідних) зв'язок, а такими серед полімерних є металополімерні [3]. Результати порівняння полімерних та металополімерних зв'язок подані в табл. 1, з якої видно, що кращим є використання металополімерних зв'язок типу В1–13.

Таблиця 1

Порівняння працездатності кругів на різних полімерних зв'язках при вишліфовуванні назів на пластинках зі сплаву Т5К10

| Зв'язка круга         | Форма пластин          | Кількість правок, шт. | Середня кількість пластин, підданих обробці кругом до правки, шт. |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|---|
| В2–01                 | 2005–4062              | 4–5                   | 4   |
|                       | 2005–5017              |                       | 8   |
| В2–08                 | 2005–4062              | 4–5                   | 4   |
|                       | 2005–5017              |                       | 8   |
| В1–13                 | 2005–4062              | 5                     | 8   |
|                       | 2005–5017              |                       | 18  |
| В2–01<br>(Н31А та АІ) | 2005–4062<br>2005–5017 | 4–5                   | Є непрацездатними, забезпечують не більше ніж 1 врізання          |

Таблиця 2

Порівняння працездатності кругів різних характеристик металоолімерних зв'язок типу В1-13 при вишліфовуванні пазів на пластинках зі сплаву Т5К10

| Характеристика круга                 | Середня кількість пластин, підданих обробці кругом від правки до правки, шт. | Відносні витрати алмазів, мг/г |
|--------------------------------------|--|--------------------------------|
| Вплив зернистості алмазів            |  |                                |
| АС6 125/100 – 100 %                  | 9  | 31,4                           |
| АС6 80/63 – 100 %                    | 12   | 14,4                           |
| Вплив відносної концентрації алмазів |  |                                |
| АС6 125/100 – 150 %                  | 9  | 37,0                           |
| АС6 125/100 – 100 %                  | 9  | 31,4                           |
| АС5С 125/100С22 – 150 %              | 8  | 51,8                           |
| АС5С 125/100С22 – 100 %              | 3  | 42,7                           |
| АС4 80/63 – 100 %                    | 9  | 20,3                           |
| АС4 80/63 – 75 %                     | 19   | 9,1                            |
| Вплив міцності алмазних зерен        |  |                                |
| АС4 125/100 – 150 %                  | 5  | 86,2                           |
| АС6 125/100 – 150 %                  | 9  | 37,0                           |
| АС4 80/63 – 100 %                    | 9  | 20,3                           |
| АС6 80/63 – 100 %                    | 12   | 14,4                           |
| АС15 80/63 – 100 %                   | 12   | 15,0                           |
| Вплив зв'язки круга                  |  |                                |
| АС4 80/63 – В1-13 – 100 %            | 9  | 20,3                           |
| АС4 80/63 – ВСЕ – 100 %              | 16   | 10,8                           |

Працездатність алмазних кругів на металоолімерних зв'язках при шліфуванні окрайком круга наведена у табл. 2. Проведені дослідження дозволили підтвердити наведені нами вище припущення. Так, зменшення зернистості алмазів з 125/100 до 80/63 без втрати продуктивності дозволяє майже в 2 рази знизити зношуваність круга. Аналогічно і зниження відносної концентрації алмазів з 150 до 100 %, або з 100 до 75 % (на іншій зернистості) дозволяє зменшити зношуваність кругів і особливо яскраво це проявляється якраз на менших зернистостях та менших концентраціях. Вкажемо, що навіть при склопокритті алмазів існує та сама тенденція. Попутно вкажемо, що покриття алмазних зерен склом (С22), як і можна було очікувати [3], тільки погіршує кромкостійкість кругів. Застосування більш міцних алмазів АС6 замість АС4, дозволяє підвищити зносостійкість кругів, а ось подальше підвищення міцності зерен до АС15 ефекту не дає. Порівняння зносостійкості алмазних кругів на металоолімерних зв'язках В1-13 та ВСЕ свідчить, що більш металонасичені та електропровідні зв'язки типу ВСЕ [3] у кругах мають і менший знос, бо краще відводять тепло з зони обробки.

Отже, наведені вище дослідження дозволили підтвердити висловлену нами гіпотезу про те, що при окрайковому шліфуванні необхідним є інший у порівнянні із звичайним шліфуванням підхід, і у цьому випадку треба прагнути до меншої зернистості та концентрації алмазів у кругах без втрати при цьому необхідної продуктивності шліфування.

**Висновки.** Таким чином, наведені вище дослідження дозволяють зробити висновки, що з урахуванням нових підходів з врахування особливостей формування робочого шару шліфувальних кругів і їх впливу на тенденцію зміни коефіцієнта абразивного різання для підвищення кромкостійкості алмазних кругів при окрайковому шліфуванні твердого сплаву без охолодження необхідно :

1. Використовувати в кругах металоолімерні зв'язки типу В1-13 або ВСЕ.
2. Використовувати в алмазних кругах меншу зернистість алмазів аніж це є характерним для звичайного шліфування.
3. Не використовувати в металоолімерних зв'язках алмазні зерна малої міцності (АС4), а прагнути до використання алмазів марки АС6.
4. Не використовувати покриття алмазних зерен, особливо склопокриття.
5. Не застосовувати відносну концентрацію алмазів у кругах вищу за 100 %, а найкраще прагнути до використання меншої концентрації.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. *Лавриненко В.И.* Угол направления действия касательных напряжений – ключ к инструменту из СТМ // Сверхтвердые материалы. – 2002. – № 2. – С. 71–76.
2. *Лавриненко В.И., Кулаковский В.Н.* Напряжения, возникающие в зоне контакта зерно-связка с учетом наклона зёрен // Сверхтвердые материалы. – 2002. – № 4. – С. 71–75.
3. *Лавриненко В.И.* Электрошлифование инструментальных материалов. – К.: Наукова думка, 1993. – 155 с.

ЛАВРИНЕНКО Валерій Іванович – доктор технічних наук, провідний науковий співробітник Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля Національної академії наук України.

Наукові інтереси:

- шлифування кругами з НТМ, інструменти з НТМ;
- властивості робочого шару кругів з НТМ.

Тел.: 430-35-29.

E-mail: [ccramic@ism.kiev.ua](mailto:ccramic@ism.kiev.ua)

СИТНИК Олексій Олексійович – кандидат технічних наук, доцент, директор науково-виробничої фірми «Карма» (м. Світловодськ Кіровоградської обл.).

Наукові інтереси:

- твердосплавний інструмент;
- процеси алмазної обробки;
- процеси різання інструментами з твердих сплавів.

Тел.: (05236) 2-36-33.

E-mail: [sytnik@zcnit.kirovograd.ua](mailto:sytnik@zcnit.kirovograd.ua)

Подано 11.08.2003