

УДК 621.923.6

А.О. Шепелєв, д-р техн. наук, **О.Є. Дуброва**,
В.Г. Сороченко, канд. техн. наук, **О.А. Шепелєв**

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

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТАЛОПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ ІЗ НТМ В АБРАЗИВНИХ ІНСТРУМЕНТАХ ДЛЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНОГО ШЛІФУВАННЯ

In paper results of research of regularity of formation of the structurally-oriented working layer of metallo-polymeric composites with SHM are presented. Instances of effective and productive use of the developed metallo-polymeric composite of brand B2-01-1 in the polishing tool are presented.

Дослідження закономірностей формування структурно-орієнтованого робочого шару мета-лополімерних композитів із НТМ дало змогу розробити композит на основі Cu-Sn-полімер марки B2-01-1 з використанням наповнювачів функціонального призначення та модифікованих за одно-рідністю, вмістом основної фракції, коефіцієнтом форми і металізації порошків алмазу та кубічно-го нітриду бору. Нові композити містять багатокомпонентні системи Cu-Sn-ПБ-MoS₂, Cu-Sn-ПБ-графіт, Cu-Sn-ПБ-MoS₂-графіт та ін., використання яких у шліфувальному інструменті підвищує працездатність майже вдвічі, за досягнення шорсткості обробленої поверхні 0,16 – 0,20 мкм. Для розроблених композитів встановлені оптимальні співвідношення функціональних наповнювачів: MoS₂, CaF₂, WS₂, графіту, УДА та ін.

Разом з тим визначено вплив функціональних характеристик порошків НТМ на формування структур та працездатність композитів. Застосування алмазних шліфпорошків марок АС4 – АС20 зернистістю 80/63 – 125/100 із вмістом основної фракції не менше 90 %, коефіцієнтом форми 1,2 – 1,3 і ступенем однорідності за лінійними розмірами на рівні 40 – 50 % забезпечує підвищення працездатності інструменту та продуктивності обробки на 20 – 25 %. Покриття марки Н1Д зменшує відносні витрати НТМ, особливо кубічного нітриду бору.

На основі вивчення термічних закономірностей формування структур металополімерних композитів із НТМ було розроблено та оптимізовано процес програмованого термічного спікання композитів з допомогою управління параметрами «температура – тиск – час». Оптимізація включає досягнення взаємозв'язку функціональних характеристик композитів та показників працездатності шліфувального інструменту з НТМ за рахунок зниження впливу технологічних факторів на процес спікання.

У результаті комплексних досліджень встановлено, що найдоцільніше застосовувати металополімерні композити марки B2-01-1 із НТМ у шліфувальному інструменті для обробки таких матеріалів, як тверді сплави, інструментальні сталі та скло, і використовувати такі форми шліфувальних кругів: 12A2-45° (ГОСТ 16172-90), 11V9-70° (ГОСТ 16173-91), 6A2 (ГОСТ 16170-91), 1A1 (ГОСТ 16167-90), 1EE1 (ГОСТ 16179-91) та ін. Згідно зі стандартами шліфувальних кругів їх типорозміри залежно від форми перебувають у межах 50 – 400 мм. Можливе застосування великогабаритного алмазно-абразивного інструменту діаметром 600 – 1000 мм.

Працездатність шліфувальних інструментів із НТМ є одним з основних показників, на якому базуються високопродуктивні технологічні процеси обробки. Розроблено методику та запропоновано показники працездатності шліфувальних кругів і якості шліфування інструменту, що дало змогу здійснити інтегральну оцінку конкурентоздатності кругів із НТМ. Отримані дані було покладено в концепцію розробки технології виробництва шліфувальних кругів з алмазо- і кубонітовмісних металополімерних композитів.

Розглянемо ефективне та продуктивне застосування розробленого металополімерного композиту марки В2-01-1 у шліфувальних кругах із НТМ.

Шліфувальні круги з КНБ форми 12А2-45° діаметром 100 мм (рис. 1) призначені для обробки задніх поверхонь великогабаритних (довжиною до 6000 мм) плоских і фасонних протяжок (рис. 2) з інструментальних сталей, що застосовуються при виробництві рейкових з'єднань. Технологія реалізується на спеціалізованих верстатах моделі ASF 1500 фірми «Курт Хоффман» (Німеччина) з автоматизованим програмним управлінням. Як аналоги застосовували круги з боразону фірми «Курт Хоффман» і серійні круги з ельбору виробництва ЛВО (Росія).

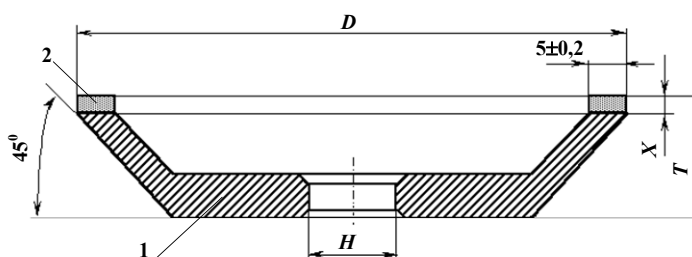


Рис. 1. Схема шліфувального круга форми 12А2-45°: 1 – корпус; 2 – кубонітовий робочий шар



Рис. 2. Великогабаритний протяжний інструмент

Показники працездатності шліфувальних кругів із КНБ при обробці протяжного інструмента при режимах шліфування такі (табл. 1 і 2): частота обертання круга – 5000 хв^{-1} , глибина різання – 0,01 мм, подача – 10 м/хв, МОТС – 0,4 % вий розчин продукту «Укрінол» з витратою 7 л/хв.

Таблиця 1 Показники працездатності шліфувальних кругів із КНБ

Характеристики шліфувальних кругів із КНБ	Виробник кругів	Стійкість круга при обробці протяжок, шт.		Витрати алмаза при обробці протяжок q_p , карат/інстр.		R_a , мкм
		плоских	фасонних	плоских	фасонних	
12A2-45° 100x5x5-КВ125/100-В1-11П-100	ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України	43	80	0,77	0,41	0,32
12A-45° 100x5(3+2)x5-КВ160/125, 63/50-В2-01-1-100		41	80	0,80	0,40	0,20
12A2-45° 100x10x5-Л63/50-СТ1-С10-100	ЛПО (Росія)	58	98	1,07	0,63	0,20
4000x100x3x6 – Д110-75-ВR75	Фірма “Вінтер” (Німеччина)	40	76	0,85	0,45	0,20

Таблиця 2 Показники технологічного процесу обробки протяжного інструмента

Характеристики шліфувальних кругів із КНБ	Трудомісткість обробки комплекту інструмента, год	Витрата КНБ при обробці протяжок q_p , карат/інстр.		K_{cm}^*
		плоских	фасонних	
12A2-45° 100x10x 5-Л 63/50-СТ 1-С10-100	3,5	1,07	0,63	1,00
12A2-45° 100x5x(3+2)x 5-КВ160/125, 63/50-В2-01-1-100	3,1	0,80	0,40	1,15

K_{cm}^* – коефіцієнт стійкості протяжок.

Встановлено, що шліфувальні круги з кубоніту форми 12A2-45° з одним і двома робочими шарами за техніко-економічними показниками не поступаються кругам фірми «Курт Хоффман» (Німеччина). Працездатність досліджуваних кругів у 1,5-2 рази вища порівняно із серійними кругами з ельбору на керамічній зв'язці. Економія досягається за рахунок зниження на 30 % вартості шліфування і збільшення на 15 % стійкості оброблюваного інструменту.

Шліфувальні круги з НТМ форм 1ЕЕ1 (рис. 3,а) і 1U1 (рис. 3,б) призначені для обробки твердосплавного та сталевого пресового інструменту на операціях профільного шліфування і доведення багатопрхідним та глибинним методами без застосування МОТС на кругло-, плоско- і профілезліфувальних верстатах. При цьому профіль різальної поверхні кругів відповідає профільній поверхні оброблюваних деталей. Результати дослідження з оптимізації характеристик кругів марок НТМ, їх зернистості та концентрації, а також режимів обробки наведено в табл. 3 і 4.



Рис. 3. Загальний вигляд шліфувальних кругів: а – форми 1EE1, б – 1U1

Таблиця 3. Характеристика профільних шліфувальних кругів із НТМ

Оброблювані інструменти	Характеристики кругів із НТМ
Бойки	1EE1 250x40x150° (155°, 160°) – АС6 160/125 – В2-01-1 – 125
	1EE1 250(200)x20x 155° – АС6 160/125 – В2-01-1 – 125
Оправки	1U1 300x25x2° (4°, 16°, 18°, 20°, 22°) – АС6 160/125 – В2-01-1 – 125
	1U1 300x25x 40 – АС6 160/125 – В2-01-1 – 125
	1U1 300x15x 200 – АС6 160/125 – В2-01-1 – 125

Таблиця 4. Рекомендації із застосування профільних шліфувальних кругів із НТМ

Оброблювані матеріали	Операція обробки	Характеристики кругів із НТМ	Режими обробки
Тверді сплави	Шліфуван-ня	АС6 100/80 – 160/125 В2-01-1 – 125	$v_{кр} = 15-20$ м/с, $S_{пр} = 1,5-2,0$ м/хв, $t = 0,01-0,05$ мм
	Доведення	АСМ 40/28 – 28 – АС6 50/40 – В1-11П – 100	$v_{кр} = 25-30$ м/с, $S_{пр} = 0,5-1,0$ м/хв, $t = 0,005-0,01$ мм
Інструмен-тальні сталі	Шліфуван-ня	КР (КВ) 100/80–160/125 – В2-01-1 – 125	$v_{кр} = 25-30$ м/с, $S_{пр} = 1,5-2,0$ м/хв, $t = 0,01-0,05$ мм
	Доведення	КМ 40/28 – 50/40 – В1-11П – 100	$v_{кр} = 25-30$ м/с, $S_{пр} = 0,5-1,0$ м/хв, $t = 0,005-0,01$ мм



Рис. 4. Загальний вигляд твердосплавних свердл і фрез діаметром 0,3–3,0 мм

Показники шліфувальних кругів при глибинному шліфуванні стружколомаючих елементів фрез діаметром 3 мм (рис. 4) на спеціалізованому верстаті моделі FV-100 фірми «Хавера» (Німеччина) при $v_{кр} = 35$ м/с, $t = 0,5$ мм, $S_{пр} = 0,025$ м/хв, (охолодження – масло) наведені в табл. 5.

Таблиця 5. Показники алмазних кругів при глибинному шліфуванні стружколомаючих елементів фрез

Характеристики алмазних кругів	Виробник кругів	Трудоемкість обробки одного інструменту, год.	Стійкість круга, шт./інстр.
2SP700 200x10-Д46SP, 2063А, С90	Фірма «Вінтер» (Німеччина)	0,6	3500–3750
4А9 200x10-АС15 50/40–63/50-В2-01-1-150	ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України	0,5	3250–3500

Встановлено, що розроблені круги форми 4А9 на металополімерній зв'язці марки В2-01-1, що містять порошки алмазів марки АС15 50/40–63/50 порівняно з аналогічними кругами фірми «Вінтер» (Німеччина) забезпечують зниження вартості обробки.

На науковій основі вивчені закономірності формування структури металополімерних композитів із НТМ марки В2-01-1, розроблено патентну, нормативну, технологічну та конструкторську документацію. У технологічних інструкціях наведені технологічні вимоги до виготовлення цих композитів із НТМ, у тому числі визначені склади композитів та густина композитів; технологічні режими процесів пресування та спікання; методи контролю вихідних матеріалів та готових композитів, а також дана токсикологічна характеристика металополімерних та металевих композитів. У технічних умовах наведені конструкції робочого шару кругів, технічні вимоги до шліфувальних кругів як шліфувального інструменту; вимоги безпеки і охорони навколишнього природного середовища; методи контролю і оцінки експериментальних показників конкурентоздатності кругів; рекомендації із застосування.

Надійшла 31.05.08