

3. Шевченко А. Д., Шульженко А. А. Новый материал с высокой демпфирующей способностью // Физика и техника высоких давлений. – 1991. – 1 том. №3 – С. 26 –31
4. Крауткрамер Й., Крауткрамер Г. Ультразвуковой контроль материалов: справоч. изд.: Пер. с нем. – М.: Металлургия, 1991. – 752 с.
5. Девин Л.Н., Осадчий А.А., Нимченко Т.В. К вопросу о возможности демпфирования режущих пластин из ПСТМ //Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – К.: ИСМ НАН Украины, 2008. – Вып. 11. – 481 с.

Надійшла 12.06.09 р.

УДК 621.921

В. І. Лавріненко, Г. П. Богатирьова, доктори технічних наук;
Ю. І. Нікітін, Г. А. Петасюк, І. В. Лещук, О. О. Пасічний, кандидати технічних наук;
Б. В. Ситник, В. Г. Полторацький

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

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЕФЕКТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОПЕРАЦІЙ ДОВЕДЕННЯ ШЛІФПОРОШКІВ З КОМПОЗИЦІЙНИХ КУБОНІТОВИХ КОМПАКТІВ

Results of carrying out of a complex of research works by definition physicomachanical and morphological properties of the developed mixes and their initial conditions. Results of test in grinding circles of powders with a different parity of a standard micropowder SNB KM 40/28 and grinding micropowder from composite CNB compact.

В ІНМ НАН України розроблено новий композиційний матеріал – карбонітрид бору-П, який отримують компактуванням із мікропорошків кубоніту з розміром зерен до 3 мкм фізико-хімічним синтезом. З отриманих компактів кубоніту методами вибіркового дроблення, ситової класифікації і сортування за формою зерен виготовляють шліфпорошки широкого діапазону зернистості (500/400–50/40).

Мета цієї роботи – виконати комплекс науково-дослідних робіт з визначення фізико-механічних та морфометричних властивостей виготовлених сумішей і їх вихідних складових, а також випробувати у шліфувальних кругах порошки з різними співвідношеннями стандартного мікропорошку кубоніту KM 40/28 і шліфпорошків з композиційних кубонітових компактів.

Для проведення морфометричних характеристик мікропорошків кубоніту застосовували прилад DiaInspect.OSM. За його допомогою визначали такі характеристики проєкції зерна: загальну площу і площу темної частини та їх співвідношення, периметри фактичного та випуклого контурів, максимальну та мінімальну довжину, форм-фактор випуклого та фактичного зображення, симетричність, коефіцієнт форми, нерівність та ін. (табл. 1). Проєкції абстрактного зерна показано на рис. 1. Наведені показники описують розміри зерен (F_{\max} , F_{\min} , d_c , d_e), їх форму (C_r , C_{conv} , F_e , El) та топографію поверхні ($P_{\text{уд}}$, Rg). Стабільність значень DiaInspect-характеристик порошків та їх однорідність оцінювали за методиками наведеними в [1; 2].

Таблиця 1. Морфометричні характеристики, визначені за допомогою DiaInspect.OSM та розраховані (курсивом) від них, їх позначення.

Морфометрична характеристика	Позначення
Мінімальна довжина, мкм	F_{\min}
Максимальна довжина, мкм	F_{\max}
Компактність (форм-фактор фактичного зображення)	C_r
Випуклість (форм-фактор випуклого зображення)	C_{conv}
Симетричність	El
Коефіцієнт форми	F_e
Негладкість зерен	Rg
Загальна площа проекції, мкм ²	A_t
Площа темної частини проекції, мкм ²	A_{dr}
Відносна кількість прозорої області	$(A_t - A_{\text{dr}}) / A_t$
Периметр фактичного зображення, мкм	p_r
Периметр випуклого зображення, мкм	p_c
Відносний периметр, мкм-1	$P_{\text{уд}}$
Середній розмір зерна, мкм	d_c
Еквівалентний діаметр зерна, мкм	d_e

Крім того, за отриманими діагностичними даними розраховували зовнішню відносну площину поверхні порошків розробленого в ІНМ НАН України екстраполяційно-геометричним методом [3]. Цей метод базується на методології геометричних вимірювань. Базою цього методу є 3D моделювання площі поверхні та об'єму зерен порошку. Характеристики мікропорошку КМ 40/28, як базового для операції доведення наведені в табл. 2, 3.

Під час досліджень були виготовлені шліфпорошки з різним співвідношенням порошків КМ 40/28 та композиційних компактів К різної зернистості на основі КМ 3/2. Варіанти співвідношень порошків взяли такі:

1. КМ 40/28 (25%) + К 200/160 (75%)
2. КМ 40/28 (50%) + К 200/160 (50%)
3. КМ 40/28 (75%) + К 200/160 (25%)
4. КМ 40/28 (90%) + К 200/160 (10%)
5. КМ 40/28 (100%)
6. КМ 40/28 (75%) + К 315/250 (25%)

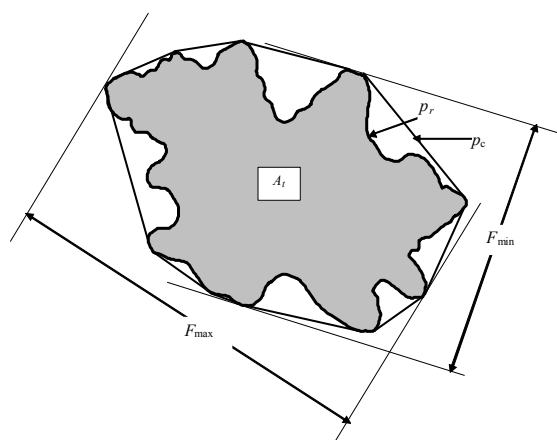


Рис. 1. Проекція абстрактного зерна: A_t – загальна площа; p_c – периметр випуклого зображення; p_r – периметр фактичного зображення, F_{\max} та F_{\min} – відповідно максимальна та мінімальна довжина.

Таблиця 2. Середні значення та показники адекватності (однорідність та стабільність) морфометричних характеристик мікропорошку КМ 40/28

Морфометрична характеристика	Середнє значення	Показники адекватності	
		Стабільність	Однорідність
Fmax	39,77	0,27898	0,6249
Fmin	28,05	0,29121	0,6232
Cr	1,33	0,62292	0,5946
El	1,41	0,37455	0,3126
Kф	1,29	0,47435	0,3823
Fe	1,43	0,42985	0,3527
Rg	1,05	0,84787	0,7668
dc, мкм	33,91	0,31085	0,6957
de, мкм	31,57	0,31621	0,6849
At, мкм ²	803,27	0,15794	0,5152
Ab, мкм	686,24	0,14381	0,5255
Pr	114,81	0,29209	0,6168
pc	108,49	0,30002	0,6554
Руд	0,14	0,14153	0,4610
Гуд, м ² /г	162,7495	–	–

Таблиця 3. Розподіл середнього розміру зерен мікропорошку КМ 40/28 за розмірними інтервалами, згідно з ДСТУ 3292-95.

Розмірні інтервали			Відносна частка зерен (частота), %
Межі		Середина	
3	5	4	0
5	7	6	0,05
7	10	8,50	0
10	14	12	0,05
14	20	17	0
20	28	24	11,36
28	40	34	76,34
40	60	50	11,96
60	80	70	0,25
80	100	90	0

Фізико-механічні характеристики вихідних складових та сумішей порошків стандартного кубоніту наведені в табл. 4, 5.

Таблиця 4. Фізико-механічні характеристики вихідних складових порошків

Марка та зернистість порошку	Міцність, Н	Абразивна здатність за сталлю ШХ15, мг	Насипна густина P , г/см ³		Площа питомої поверхні, м ² /г	Коефіцієнт текучості K_T	Коефіцієнт форми
			без утр.	з утр.			
К 315/250	10,1	117,3	1,15	1,38	1,41	0,94	1,24
К 250/200	9,82	115,1	1,16	1,37	1,52	0,96	1,28
КМ 40/28	–	95,3	1,25	1,43	2,03	1,35	1,39

Таблиця 5. Фізико-механічні характеристики вихідних сумішей порошків

Марка та зернистість порошків	Міцність, Н	Абразивна здатність по сталі ШХ15, мг	Насипна густина, Р г/см ³		Питома поверхня, м ² /г	Коефіцієнт текучості, КТ	Коефіцієнт форми
			без утр.	з утр.			
КМ 40/28 (25 %) + К 200/160 (75 %)	4,55	121,3	1,16	1,40	1,75	0,93	1,28
КМ 40/28 (50 %) + К 200/160 (50 %)	4,75	132,1	1,17	1,41	1,82	0,95	1,29
КМ 40/28 (75 %) + К 200/160 (25 %)	4,81	137,5	1,18	1,43	1,91	0,97	1,29
КМ 40/28 (90 %) + К 200/160 (10 %)	5,01	145,8	1,20	1,45	1,99	1,01	1,30
КМ 40/28 (75 %) + К 315/250 (25 %)	5,05	152,3	1,19	1,44	1,90	0,98	1,30

Із сумішей, наведених в таблиці 5, а також із застосуванням вихідного мікропорошку КМ 40/28 виготовили шліфувальні круги форми 12А2-45 розміром 125×5×3×32 на полімерній зв'язці В2-08. Досліджували експлуатаційні характеристики таких кругів при доводочному шліфуванні швидкорізальної сталі Р6М5. При цьому застосовували продуктивність доведення 50 мм³/хв, одночасно досліджували показники шліфування за типовою продуктивності 100 мм³/хв. Обробку виконували без охолодження. Оброблювану поверхню формували так, щоб на останньому етапі протягом 3 хв відбувалося виходжування без поперечної подачі на глибину. Результати випробувань наведені в табл. 6.

Таблиця 6. Експлуатаційні показники шліфувальних кругів при доведенні сталі Р6М5

№ кругу	Характеристика робочого шару кругу	Продуктивність обробки, мм ³ /хв	Ефективна потужність обробки, кВт	Відносні витрати КНБ, мг/г	Шорсткість обробленої поверхні, Ra, мкм
1	КМ 40/28 (25%) + К 200/160 (75%) В2-08-100%	100	0,40	395,8	0,23
		50	0,25	312,7	0,32
2	КМ 40/28 (50%) + К 200/160 (50%) В2-08-100%	100	0,47	894,6	0,22
		50	0,35	175,0	0,09
3	КМ 40/28 (75%) + К 200/160 (25%) В2-08-100%	100	0,50	227,9	0,17
		50	0,15	96,6	0,11
4	КМ 40/28 (90%) + К 200/160 (10%) В2-08-100%	100	0,48	221,5	0,21
		50	0,10	101,4	0,10
5	КМ 40/28 (100%) В2-08-100%	100	0,45	324,4	0,18
		50	0,31	248,6	0,16
6	КМ 40/28 (75%) + К 315/250 (25%) В2-08-100%	100	0,46	874,3	0,27
		50	0,15	125,7	0,12

Результати аналізу даних табл. 6 свідчать про те, що при доводочному шліфуванні показники шорсткості обробленої поверхні та показники зносостійкості шліфувальних кругів мають певною мірою екстремальний характер. При цьому найменші значення показників

спостерігаються при вмісті компактів К 200/160 у робочому шарі 25 % (рис. 2). Слід звернути увагу на те, що в діапазоні концентрацій вмісту компактів 10–50 % шорсткість оброблюваної поверхні майже однакова, а зношення круга найменше при вмісті 25 %. При підвищенні продуктивності шліфування за межі доводочного шліфування зношення кругів зростає вдвічі, хоча загальна тенденція залишається. Разом з тим спостерігається інша, ніж при доводочному шліфуванні, тенденція. Шорсткість оброблюваної поверхні монотонно підвищується із збільшенням вмісту К 200/160.

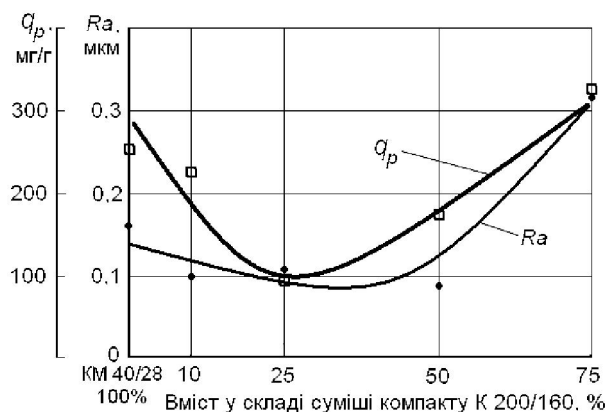


Рис. 2. Залежності відносних витрат КНБ та шорсткості оброблюваної поверхні від вмісту в суміші складових компактів К 200/160

Значення ефективної потужності шліфування при обробці доведенням ($50 \text{ мм}^3/\text{хв}$) та шліфуванням ($100 \text{ мм}^3/\text{хв}$) різняться: при доведенні потужність зменшується зі збільшенням вмісту К 200/160 у суміші, а при шліфуванні, навпаки, підвищується.

При збільшенні зернистості компактів з К 200/160 до К 315/250 фактично лише ефективна потужність шліфування не змінюється, а інші показники змінюються істотно і не в кращий бік для зернистості 315/250.

Таким чином, доходимо висновку, що: для доводочного шліфування ефективно застосування зернистості компактів 200/160 при вмісті їх у суміші із стандартним порошком кубоніту КМ 40/28 до 25 %. Це сприяє підвищенню зносостійкості кругів майже у 2,5 раза порівняно з кругами зі стандартними мікропорошками КМ 40/28, та майже в 1,5 раза зниженню висотних показників шорсткості оброблюваної поверхні при доводочному шліфуванні.

Література

1. Новиков Н. В., Богатырева Г. П., Петасюк Г. А. К вопросу повышения информативности морфологических характеристик порошков из сверхтвердых материалов, определяемых на видеокомпьютерных диагностических комплексах // Сверхтвердые матер – 2005.– № 3. – С. 73–85.
2. Методика определения показателей однородности порошков синтетического алмаза на основе системно-критериального подхода. Новиков Н. В., Богатырева Г. П., Никитин Ю. И., Петасюк Г. А. // Инструмент. світ. – 2006.– № 3 (31).– С. 4–6.
3. Петасюк Г. А., Богатырева Г. П. Экстраполяционно-аналитический метод определения удельной поверхности порошков сверхтвердых материалов // Сверхтвердые материалы.– 2007.– № 6. – С. 65–66.

Надійшла 19.06.09