

УДК 621.793

**В. С. Гаврилова, Е. А. Пашенко**, д-р техн. наук; **А. М. Кошкин, В. Т. Чалый,**  
**А. И. Черниенко, Г. А. Петасюк**, канд. техн. наук; **Т. А. Косенчук, А. Г. Довгань**

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

### **ИЗНОСОСТОЙКИЕ КРУГИ ИЗ МОНОКРИСТАЛЛОВ АЛМАЗА С МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ НА «ПОТЕЮЩЕЙ» ПОЛИМЕРНОЙ СВЯЗКЕ ДЛЯ РЕЗАНИЯ ТВЕРДОГО СПЛАВА**

*Рассмотрено влияние металлополимерного покрытия зерен алмазных шлифпорошков на их морфологические свойства и показатель прочности, а также работоспособность изготовленных из них кругов.*

**Ключевые слова:** *агрегированные алмазные порошки, адгезионно активные сплавы, металлополимерное покрытие, круги для резания твердых сплавов, морфологические характеристики, показатель прочности.*

#### **Введение**

Круги из агрегированных алмазных порошков с покрытием на основе сплава Cu–Sn–Ti [1, 2] на органической связке широко применяют при шлифовании твердых сплавов [3]. Однако при жестких режимах обработки, например, резании твердых сплавов без применения охлаждения, такой инструмент используют ограниченно вследствие его недостаточной износостойкости и низкого качества обработки.

Причинами отмеченных недостатков инструмента являются относительно низкая прочность зерен алмаза с покрытием из металлического сплава и преждевременное вырывание еще потенциально работоспособных зерен из серийных связок.

В настоящей работе изучено влияние количества добавки тугоплавкого карбидообразующего металла в сплаве Cu–Sn–Ti, используемого в качестве покрытия зерен, на морфологические характеристики, показатель прочности алмазных порошков при статическом сжатии и работоспособность изготовленных из них кругов.

#### **Методика эксперимента**

Металлизацию алмазных шлифпорошков AC15 160/125 осуществляли газофазным методом в среде аргона с последующим нанесением адгезионного полимерного покрытия для увеличения прочности закрепления алмазных частиц в материале инструмента.

Основные размерные морфологические характеристики порошков определяли с помощью компьютерно-аналитической диагностики прибором DiaInspect.OSM фирмы «VOLLSTADT DIAMANT» [4–6].

Показатель прочности порошков при статическом сжатии определяли прибором ДДА-33А в соответствии с ДСТУ 3292-95. Отдельные зерна помещали между лейкосапфировыми опорами диаметром 5 мм, высотой 1,5 мм и подвергали разрушению. Рекомендованное количество зерен составляло 50. В качестве разрушающей нагрузки принимали достигнутое максимальное усилие сжатия непосредственно в момент разрушения единичного кристалла.

Для описания распределения прочности порошка по разрушающей нагрузке  $F(p)$  использовали функцию распределения Вейбулла. Функция  $F(p)$  показывает вероятность того, что отдельное алмазное зерно разрушается при нагрузке меньше  $p$ .

Интегральная функция распределения Вейбулла имеет вид [7]

$$F(p) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{p}{\lambda}\right)^k\right), \quad (1)$$

где  $\lambda$  – коэффициент масштаба;  $k$  – коэффициент формы.

Плотность (частота попадания) значений в интервал  $(p, p + dp)$

$$f(p) = \frac{dF(P)}{dp} = \begin{cases} \left(\frac{k}{\lambda}\right)\left(\frac{p}{\lambda}\right)^{k-1} \exp\left(-\left(\frac{p}{\lambda}\right)^k\right), & p \geq 0 \\ 0, & p < 0 \end{cases}$$

Значение эмпирической функции распределения  $F_n(p_i)$  вычисляли по формуле:

$$F_n(p_i) = \frac{i}{n},$$

где  $n$  – количество значений выборки,  $i$  – порядковый номер значений разрушающей нагрузки  $p$  при их размещении по возрастанию.

На основании полученных данных методом наименьших квадратов определяли параметры  $k, \lambda$  функции распределения Вейбулла (1).

#### Результаты исследований и их обсуждение

Поверхность зерен порошка сильно развита (шероховатость их поверхности составляет 1,0748 и является довольно высокой; для стандартных алмазных порошков она составляет 1,04–1,05, для отсеянного порошка ( $F_{min} > 65,8$ ) достигает 1,1442). При этом наблюдается высокая однородность порошка по шероховатости поверхности зерен. Среднее количество режущих кромок зерен находится на уровне их количества в стандартных шлифпорошках синтетического алмаза, хотя угол заострения кромок меньше [8]. Это является следствием более развитой поверхности зерен исследуемого порошка по сравнению с поверхностью стандартных шлифпорошков синтетического алмаза.

Типичное распределение испытанных зерен по нагрузке разрушения показано на рис. 1. Следует подчеркнуть, что полученное распределение корректно описывается функцией Вейбулла.

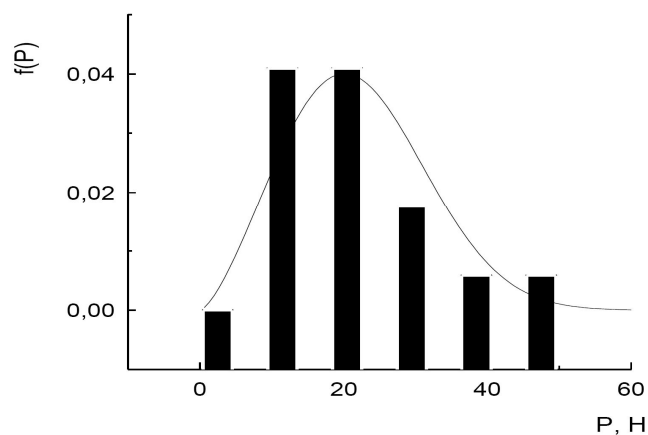


Рис. 1. Плотность функции распределения прочности агрегированных зерен с максимальной концентрацией тугоплавкого металла

С увеличением концентрации тугоплавкого металла в композиции повышается показатель прочности агрегированных зерен (рис. 2).

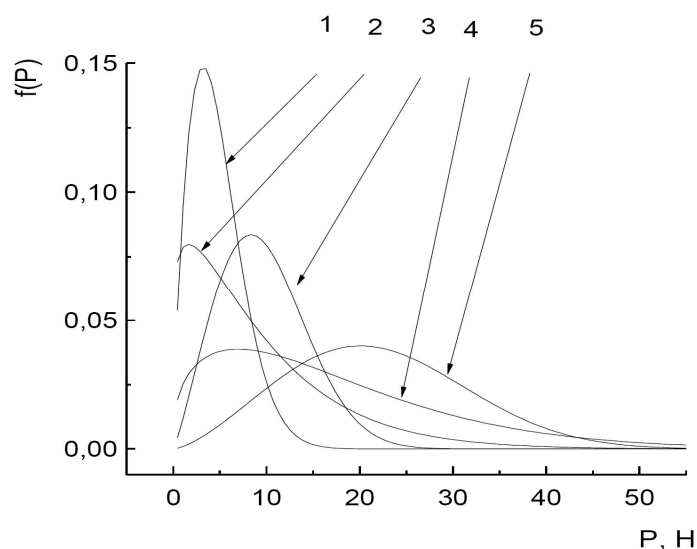


Рис. 2. Плотность функции распределения прочности агрегированных зерен при различной концентрации тугоплавкого металла: 1 – базовая композиция. 2–5 – номера образцов соответствуют увеличению концентрации тугоплавкого металла

На основе анализа полученных данных определили оптимальный состав покрытия и технологию его нанесения, обеспечивающие повышение прочности агрегированных зерен алмаза.

Повышения прочности закрепления зерен с металлическим покрытием оптимального состава в связке круга достигли нанесением на них дополнительного внешнего покрытия (пленки) из полимера, адгезионно активного к металлическому покрытию и связке кругов. Полимер выбрали на основании результатов исследования смачивания и термодинамического расчета работы адгезии ряда полимеров и олигомеров к металлическому покрытию.

Из алмазных шлифпорошков марки AC15 160/125 с двухслойным металлополимерным покрытием изготовили круги форм 1A1R и 1ЧА1 Ø 200 мм на «потеющей» антифрикционной полимерной связке марки МП. Эксплуатационные испытания показали, что в новых кругах наблюдается снижение удельного расхода алмазов в 1,4–1,8 раза, по сравнению с серийными, при надлежащем качестве резания твердосплавных пластин, применяемых при изготовлении дереворежущего инструмента.

#### **Выводы**

1. Конгломераты, образованные в результате нанесения металлополимерного покрытия на алмазные зерна, имеют более развитую поверхность по сравнению с исходными.

2. С увеличением концентрации тугоплавкого металла в композиции повышается показатель прочности агрегированных зерен.

3. Результаты эксплуатационных испытаний кругов, изготовленных из монокристаллов алмаза с металлополимерным покрытием на «потеющей» полимерной связке, показали снижение удельного расхода алмазов в 1,4–1,8 раза по сравнению с серийными кругами при надлежащем качестве резания твердосплавных пластин, применяемых при изготовлении дереворежущего инструмента.

*Розглянуто вплив металополімерного покриття зерен алмазних шліфпорошків на їхні морфологічні властивості та показник міцності, а також на працездатність виготовлених з них кругів.*

**Ключові слова:** агреговані алмазні порошки, адгезійно активні сплави, металополімерне покриття, круги для різання твердих сплавів, морфологічні характеристики, показник міцності.

*The effect of metal-polymer coating the grains of diamond grinding powders on their morphological and mechanical properties, as well as on the performance of wheels made of them was considered*

**Key words:** aggregated diamond powders, adhesion-active alloys, metal-polymer coating, grinding wheels for cutting hard metals, morphological characteristics, the rate of strength.

### Литература

1. Найдич Ю. В., Колесниченко Г. А. Взаимодействие металлических расплавов с поверхностью алмаза и графита. – К.: Наук. думка, 1967. – 92 с.
2. Исследование состава и структуры фаз при взаимодействии адгезионно - активных расплавов с алмазом / Г. А. Колесниченко, А. С. Вишневский, Ю. В. Найдич, Е. М. Чистяков // Адгезия расплавов. – К.: Наук. думка, 1974. – С. 116–120.
3. Синтетические сверхтвердые материалы: В 3 т. Т. 2. Композиционные инструментальные сверхтвердые материалы / Редкол. Н. В. Новиков (отв. ред.) и др. – К.: Наук. думка, 1986. – 280 с.
4. List E., Frenzel J. Vollstadt H. A new system for single particle strength testing of grinding powders // Industrial diamond rev. – 2006. – N 1. – P. 42–47.
5. Новиков Н. В., Богатырева Г. П., Петасюк Г. А. К вопросу повышения информативности морфологических характеристик порошков из сверхтвердых материалов, определяемых на видео-компьютерных диагностических комплексах // Сверхтвердые матер. – 2005. – № 3. – С. 73–85.
6. Петасюк Г. А. Системно-критеріальний метод кількісної оцінки однорідності надтвердих дисперсних матеріалів // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2003. – № 5. – С. 101–105.
7. Вероятностные разделы математики / Под. ред. Ю. Д. Максимова –Санкт-Петербург.: Изд-во «Иван Федоров», 2001. – 592 с.
8. Порошки и пасты из синтетических алмазов / Ю. И. Никитин, С. М. Уман, Л. В. Коберниченко и др.– Киев: Наук. думка, 1992.– 284 с.

*Поступила 27.06.12.*

УДК.621.921.34:621.357

**Н. А. Щур, В. Т. Чалый, Е. А. Пашенко, д-р техн. наук, А. М. Кошкин, О. В. Манько**

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

### АЛМАЗНЫЙ ЭЛАСТИЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ НА ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ НИКЕЛЕВОЙ СВЯЗКЕ

*Исследованы закономерности процесса заравнивания алмазных зерен электролитическим никелем при изготовлении эластичных дисков с сетчатой структурой.*

**Ключевые слова:** алмазный эластичный диск, гальванические никелевые связи.

### Введение

В настоящее время актуальной является потребность создания высокопроизводительного и износостойкого инструмента из сверхтвердых материалов (СТМ)