



Авторы статьи

Лавриненко В.И., д-р техн. наук,
Петасюк Г.А., д-р техн. наук
Ильницкая Г.Д., канд. техн. наук
Пасичный О.О., канд. техн. наук

(Институт сверхтвёрдых материалов
им. В. Н. Бакуля НАН Украины)

АЛМАЗНЫЕ ШЛИФОВАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

С УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМИ АЛМАЗНЫМИ ЗЕРНАМИ

Институт сверхтвёрдых материалов им. В. Н. Бакуля (ИСМ) в настоящее время является научно-технологическим центром Украины в области разработки, получения и применения сверхтвёрдых материалов (СТМ) — синтетических алмазов и кубического нитрида бора, поликристаллических сверхтвёрдых материалов, твердых сплавов. Разработки показали, что конкурентоспособность инструментов из СТМ является тем краеугольным камнем, на котором должно базироваться создание высокопроизводительных технологических процессов обработки. Для реализации технологий используются как стандартные, так и специальные круги из алмаз- или кубонит-содержащих композиций. Так, впервые разработаны новые шлифовальные инструменты из СТМ: крупногабаритные формы 1A1 (рис. 1) и 6A2 диаметром от 400 до 900 мм; мелкогабаритные формы 1A1, 1V1, 12R4 диаметром от 30 до 100 мм; с прерывистым (рис. 2, рис. 3) и чередующимся (рис. 4, рис. 5) рабочим слоем. Разработанные круги конкурентоспособны с кругами фирм «Вендт» и «Винтер» (ФРГ), а также «Агатон» (Швейцария).

Функционирование государства невозможно без использования высоких наукоёмких технологий, развитие которых определяется решением проблемы создания производства и обеспечения рынка эффективным инструментом, являющимся основным рабочим органом при механообработке. Современное производство быстро изменяется, обновляется и технически, и по методам работы, а для этого нужен специальный инструмент, базирующийся на широком использовании новейших твёрдых сплавов, инструментальных сталей и сверхтвёрдых материалов, в особенности алмазов, в том числе на основе разработок Института сверхтвёрдых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, что и является предметом данной статьи



Рис. 1. Крупногабаритный круг формы 1A1

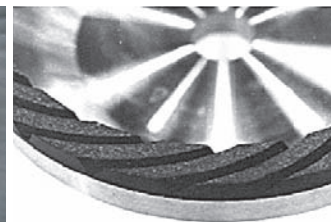


Рис. 2. Круг формы 12A2 с прерывистой рабочей поверхностью

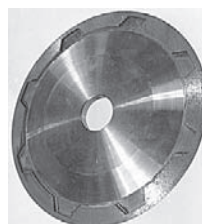


Рис. 3. Круг формы 12A9 с прерывистой рабочей поверхностью



Рис. 4. Круг формы 12A2 со слоистой рабочей поверхностью

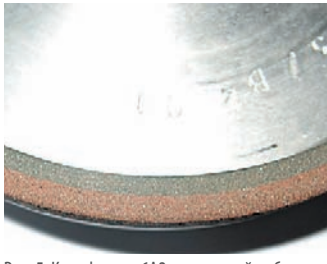


Рис. 5. Круг формы 6A2 со слоистой рабочей поверхностью



Рис. 6. Специальные алмазные круги 2A2 для обработки граней и радиусов твёрдосплавных пластин

Высокая конкурентоспособность и эффективность инструментов из СТМ предопределяет их неперемную реализацию в интегрированных технологиях для машино- и приборостроения. Разработан ряд технологических процессов обработки инструментами из СТМ инструментальных и композиционных материалов.

Технология высокопроизводительного алмазного шлифования режущих инструментов из твёрдых сплавов, инструментальных сталей и керамик, разработанная на основе кинематических аспектов процессов шлифования, реализованных в технологических устройствах и специализированных станках с использованием шлифовальных кругов с функционально-ориентированным рабочим слоем из СТМ: резцов, ножовочных полотен, дисковых пил, фасонных инструментов, позволяет повысить производительность обработки этих инструментов в 2–5 раз.

Технология электрошлифования инструментальных материалов основана на использовании направленного электрофизико-химического воздействия как на обрабатываемую поверхность, так и на режущую поверхность шлифовальных кругов. Позволяет достичь производительности обработки до 2500 мм³/мин, повысить качество обработки инструмента и увеличить его стойкость в 1,3...2,0 раза.

Технология шлифования многогранных пластин из твёрдых сплавов и режущей керамики основана на применении специальных шлифовальных кругов форм 6A2 (диаметры 250, 350, 400 и 500 мм, ширина слоя от 10 до 100 мм, 12A2–25 ° (диаметр 150 мм, ширина слоя 2 мм, высота слоя 3 мм) и 12A9В (диаметр 250 мм, ширина слоя 3,5 мм, высота 5 мм) на металлических и полимерных связках, которые позволяют соответственно производить шлифование опорных поверхностей, радиусов и упрочняющих фасок многогранных пластин (рис. 6, рис. 7).

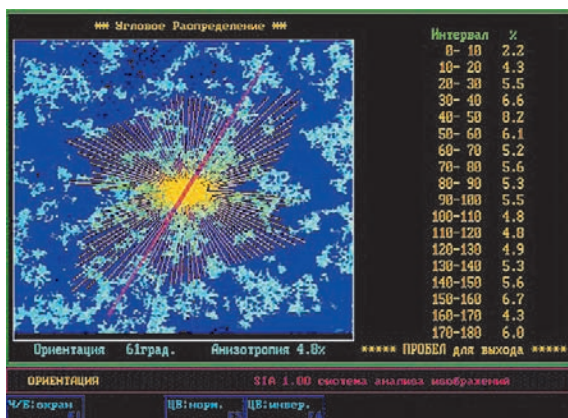


Рис. 8. Пример структурной ориентации в рабочем слое алмазных кругов

■ НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК ТЕХНОЛОГИЙ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

В теории алмазно-абразивной обработки и разработке инструментальных композитов из СТМ.

Разработка новых инструментальных композитов из СТМ на основе сформулированных новых представлений о рабочем слое абразивного инструмента из СТМ как о композите, в котором важную роль играют процессы определенной структурной ориентации, которые формируются при прессовании и спекании рабочего слоя в направлении действия максимальных касательных напряжений. Это позволяет через учёт величины коэффициента абразивного резания, т.е. с подключением теории алмазно-абразивной обработки, выдвинуть гипотезу о том, что характер износа шлифовальных кругов должен принципиально отличаться для резания при шлифовании периферией или торцем и при резании кромкой круга, что необходимо учитывать, например, при выборе зернистости и концентрации алмазного порошка в кругах.

В разработке и использовании усовершенствованных алмазных зёрен.

Разработка специальных покрытий на алмазные зёрна. В стандартных алмазных кругах характерным является использование и стандартных алмазных зёрен (рис. 9). Однако необходимость в обработке новых труднообрабатываемых материалов требует создания абразивного материала для шлифовального инструмента, позволяющего за счет электризации и функционирования термоЭДС усилить взаимодействие инструмента с деталью в зоне контакта.

Для этого был изготовлен инструментальный материал на основе синтетических алмазов марки АС20 зернистости 100/80 и алмазов марки АС6 зернистости 125/100, металлизированных композиционными покрытиями на базе единичных покрытий из Ni и Cu, а также на основе Ni–Al (рис. 10) и Cu–Al. Металлизированные методом хими-

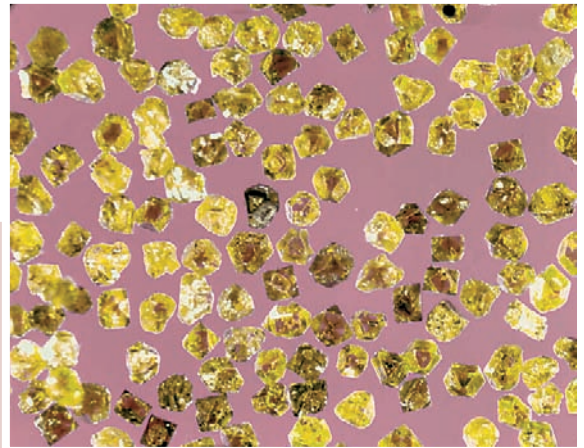


Рис. 9. Алмазные зёрна АС20 без покрытия

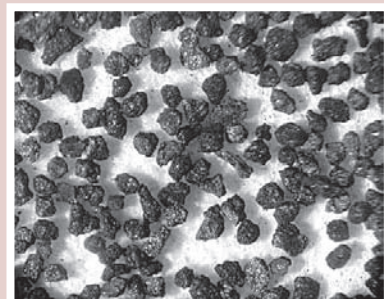


Рис. 10. Алмазные зёрна АС20 с покрытием

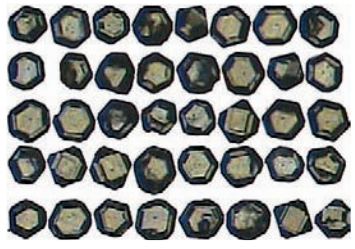


Рис. 11. Алмазные зёрна шлифпорошка AC160 250/200



Рис. 12. Алмазные зёрна электрокорунда F70 (250/200)

Таблица 1. Значения (Зн.) морфометрических характеристик и однородность (О., %) по ним шлифпорошков синтетического алмаза электрокорунда

AC160 250/200		Морфометрические характеристики	Электрокорунд 250/200 (F70 по ИСО8486)	
Зн.	О.		О.	Зн.
293,90	85,38	максимальный диаметр Фере, мкм	56,0	302,8
255,91	80,02	минимальный диаметр Фере, мкм	58,7	198,6
1,1870	89,47	форм-фактор зёрен	57,8	1,50
1,0817	84,88	симметрия зёрен	39,3	1,54
1,1504	82,78	коэффициент формы зёрен	45,1	1,55
57327	77,55	площадь проекции зёрен, мкм ²	47,9	42217
923,07	87,32	периметр проекции (п.п.) зёрен, мкм	59,6	870,6
16,1	73,43	удельный п.п. зёрен, мм/мм ²	38,8	20,6

ческого восстановления Ni (25 масс.%) Cu (38 масс.%) порошки алмаза были покрыты порошком алюминия крупностью –40 мкм. Степень металлизации алмазов с композиционным покрытием составляла 70–75 масс. %.

Оценка электрофизических характеристик алмазов по удельному электросопротивлению (ρ) показала, что если у исходного порошка алмаза $\rho = 5,5 \cdot 10^{10}$ Ом·м, то после металлизации порошков алмаза электропроводными металлами Ni и Cu они становятся электропроводными с $\rho = 1 \cdot 10^{-5}$ и $\rho = 1 \cdot 10^{-6}$ Ом·м соответственно. Алмазы, металлизированные композиционными покрытиями (Ni–Al и Cu–Al), имеют ρ на порядок выше. При этом если металлизированные алмазы имеют низкие значения удельного электросопротивления, то электропроводимость процесса будет выше, и при электроэрозионном шлифовании это должно положительно сказываться на износостойкости инстру-

мента. Для её оценки с использованием алмазов марки AC6 зернистости 125/100 исходных, металлизированных Ni и покрытием на основе Ni–Al была изготовлена серия шлифовальных кругов формы 12A2–45° на полимерной связке B2–08. Испытания кругов проводили при электроэрозионной обработке твёрдого сплава BK8 при производительности обработки $Q = 200$ мм³/мин и $Q = 500$ мм³/мин. Установлено, что применение в кругах алмазов, металлизированных Ni, увеличивает износостойкость до 20% при $Q = 200$ мм³/мин и до 30% при $Q = 500$ мм³/мин. Оснащение шлифовального инструмента алмазами с покрытием на основе Ni–Al приводит к увеличению износостойкости на 25% при $Q = 200$ мм³/мин и на 45% при $Q = 500$ мм³/мин.

Разработка современных методик сравнительной оценки качества алмазных шлифпорошков по однородности их морфометрических характеристик и статической прочности. Позволяет обоснованно, в реальных числах, выбрать необходимые характеристики зёрен алмазного шлифпорошка для рабочего слоя шлифовальных кругов в зависимости от обрабатываемого материала (рис. 11, рис. 12, табл. 1).

Наличие современных методик опосредованно-аналитического определения технологических свойств абразивных порошков в совокупности с программным обеспечением, предложенной новой экстраполяционно-аффинной 3D-моделью зерна и имеющимися современными техническими средствами автоматизированной диагностики их морфометрических характеристик, основанными на компьютерных технологиях и цифровой обработке изображений (прибор Dialnspect.OSM, рис. 13), как инструмента получения необходимых исходных данных. Позволяет оперативно, достоверно и экспрессно определять внешнюю удельную поверхность, число зёрен в одном карате, среднее значение углов заострения и количество режущих кромок зёрен шлифпорошков синтетического алмаза, кубического нитрида бора, шлифпорошков из композиционных материалов, осуществлять идентификацию и количественное оценивание геометрической формы проекции зёрен. Имеются также научно-методическое обеспечение и технические средства влияния на целенаправленное изменение морфометрических характеристик и технологических свойств алмазных порошков на стадии их изготовления и модификации уже изготовленных шлифпорошков.

По вопросам разработки, изготовления специального алмазного прецизионного инструмента и внедрения эффективных процессов алмазно-абразивной обработки с усовершенствованными алмазными зёрнами, а также оценки зёрен абразивного материала можно обращаться в ИСМ НАНУ, отдел технологии алмазно-абразивной и физико-технической обработки. Тел. (044) 432–95–15, e-mail — lavrinenko@ism.kiev.ua



Рис. 13. Прибор Dialnspect.OSM и окно программы обработки данных по зёрнам порошков

