**Шлифовальные инструменты из сверхтвердых материалов - интенсификация процессов и новые технологии**

А.А. Шепелев, д.т.н., В.И. Лавриненко, д.т.н.,

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

Институт сверхтвердых материалов (ИСМ) им. В.Н. Бакуля НАН Украины в настоящее время является научно-технологическим центром Украины в области разработки, получения и применения сверхтвердых материалов (СТМ) – синтетических алмазов (СА) и кубического нитрида бора (КНБ), что весьма актуально для развития современного инструментального производства, так как основными факторами, определяющими повышение производительности обработки материалов, являются износостойкость и надежность инструмента.

Это особенно характерно для обработки материалов высокой твердости и абразивной способности. Недостаточная износостойкость инструмента исключает автоматизацию процессов обработки и приводит к снижению качества поверхностей деталей машин. Поэтому эффективными средствами обеспечения надежности и стойкости инструмента являются инструментальные материалы повышенной износо- и теплостойкости, прочности и твердости, рациональные конструкции инструментов, высокоэффективные технологии их обработки

Интенсификация инструментального производства на основе развития эффективных средств производства (инструменты, оборудование) и высокопроизводительных технологий механообработки – ключевая задача машиностроительного комплекса и других базовых отраслей промышленности. Применение сверхтвердых материалов рассматривается в инструментальном производстве как приоритетное направление увеличения производительности и повышения надежности режущих инструментов и деталей машин. Использование абразивных инструментов из СТМ в технологиях шлифования основных инструментальных материалов – твердых сплавов, инструментальных сталей, режущей керамики, безвольфрамовых твердых сплавов, материалов на основе карбида бора и др., позволяет решать проблему рационального использования данных материалов, представляет важнейший резерв увеличения производительности обработки, предопределяет экономичность производственных процессов и гарантирует высокое качество обработки инструментов и деталей машин.

В этой связи актуальной задачей современной технологической науки является развитие фундаментальных и прикладных исследований в области машиностроения, механики и процессов управления по установлению механических, физико-химических и других закономерностей с целью их использования в производственных процессах инструментального производства. Современная концепция комплексного прогноза проблем машиностроения в области обработки материалов предопределяет широкое применение методов вибрационного и волнового воздействия, совмещение механического воздействия с химическими, электрическими и другими процессами обработки современных материалов, т.е. использования процессов комбинированной физико-механической обработки. Потенциал научных исследований по совершенствованию и развитию процессов алмазной обработки материалов резанием во всем мире неуклонно возрастает. Это объясняется тем, что создание синтетических алмазов и кубического нитрида бора относится к числу наиболее выдающихся достижений XX века. Применение этих суперабразивов в различных отраслях производства ежегодно возрастает в мире на 5–10%.

О большом внимании индустриально развитых стран к сверхтвердым материалам, как наиболее прогрессивным инструментальным, а в ряде случаев и конструкционным материалам, свидетельствует тот факт, что в настоящее время ведущие промышленно развитые страны (США, Япония, Германия, Англия, Италия, Франция) используют до 80% всех добываемых природных и производимых синтетических алмазов. При этом одной из основных областей применения СТМ является машиностроение, металло- и камнеобработка. В этих отраслях используется около 70% общего объема производства СТМ. В настоящее время в промышленности Украины применяется около 30 марок СТМ и более 4500 типоразмеров инструментов.

Как техническая продукция, сверхтвердые материалы и инструменты на их основе относятся к наукоемкой продукции, показателем которой, как известно, является стоимость 1 кг массы этой продукции. Так, стоимость 1 кг сверхтвердых абразивных материалов составляет порядка 1–5 тыс. долларов США, стоимость 1 кг инструментов из СТМ – 0, 1–0, 5 тыс. долларов США. По современным рыночным определениям данную продукцию следует считать относящейся к средне- или высокотехнологичным отраслям промышленной продукции, таким как авиа-, авто- и приборостроение, фармацевтика, химическая промышленность, научные инструменты.

В ИСМ НАН Украины разработано новое поколение шлифовальных инструментов из сверхтвердых материалов с функциональным конструкторско-технологическим рабочим слоем, характеристики которого адекватны параметрам используемых методов шлифования: круги форм 12А2 и 6А2 с двух- и трехслойным прерывистым рабочим слоем, крупногабаритных форм 1А1 и 14А1 диаметром 500 – 700 мм; форм 4А9, 1А1, 12А2, 11V9 и др. на металлических (МХ1, МХ3, МХ4, МХ5), полимерных (В2-01-1, В2-01-2) и керамических (КМ1-01, КМ1-02) связках. Разработанные шлифовальные круги из СТМ соответствуют по важнейшим показателям мировому уровню и являются конкурентоспособными по сравнению с разработками зарубежных фирм. В табл. 1 представлена номенклатура шлифовальных кругов из СТМ для технологий инструментального производства.

Шлифовальные круги из СТМ для технологий инструментального производства. Шлифовальные круги формы 11V9-70О из сверхтвердых материалов предназначены для шлифования и заточки разверток, протяжек, сверл и других режущих инструментов из инструментальных сталей и твердых сплавов. Характерной особенностью таких кругов, отличающих их от серийных, является то, что для производства новых кругов применена оригинальная технология с использованием процесса программируемого спекания полимерного композита. Корпус круга изготавливается из прессованного порошка, что значительно облегчает применение таких кругов, поскольку дает возможность эксплуатировать круг без периодического поднутрения корпуса по мере износа, как это имеет место при эксплуатации кругов с алюминиевым корпусом. Типоразмеры кругов 11V9-70О

Для шлифования такими кругами рекомендуются следующие режимы обработки: скорость круга – 25 м/с; продольная подача – 1, 5 м/мин; поперечная подача – 0, 05…0, 10 мм. Характеристика круга: СТМ – алмазы марок АС6 и АС15 ; кубонит марок КР, КВ ; зернистость – 100/80 – 160/125; относительная концентрация, % – 75, 100 . В качестве связки применяется специальный двухкаркасный металлополимерный композит марки В2-01-1.

Технология программируемого спекания и новый состав композита обеспечивают многократное повышение износостойкости кругов формы 11V9 по сравнению с серийными. Оптимизированы функ-циональные характеристики многокомпонентных полимерных композитов на основе системы "полимер-металл-наполнитель". Предложена система оценки качества композитов при использовании аналитического комплекса исследований и диагностики. Разработанная технология изготовления шлифовальных кругов формы 11V9 из СА и КНБ гарантирует их качество за счет обеспечения при формировании композитов оптимального давления прессования.

Крупногабаритные алмазные инструменты для шлифования огнеупорных материалов (ГОСТ 1598-75), содержащих Al2O3 в количестве 39...42%. Расход алмазного серийного инструмента на металлической связке М2-01 при их обработке достаточно высок: удельный расход алмазов составляет 100...150 карат на тонну изделий и, как следствие, это не обеспечивает необходимую производительность обработки. Поэтому нами были проведены работы по созданию специального алмазного инструмента для шлифования огнеупорных материалов, что позволило обеспечить повышение износостойкости алмазных кругов в 2...3 раза, достичь при этом необходимой производительности обработки и снижения материалоемкости кругов. Разработаны специальные конструкции крупногабаритных алмазных кругов форм 1А1 и 6А2 (рис. 2), создан алмазосодержащий композит марки МХ1 с алмазами высокой прочности марок АС50 и АС65; оптимизированы режимы шлифования.

Преимущества шлифовальных кругов из кубонита: стойкость в 5...10 раз превышает стойкость алмазных кругов и в сотни раз – кругов из электрокорунда; процесс шлифования сопровождается более низкими показателями температур и сил резания. Кругом формы 1ЕЕ1Х 160х8, 5х6х51-КР 125/100-МХ5-150% (рис. 3) обеспечивается шлифование передних поверхностей ножей из стали У7, У7А и др. Таким образом, наиболее эффективным способом снижения затрат на обработку материалов является алмазно-абразивная обработка, шлифование и заточка инструмента. Это связано с использованием новых конструкционных и инструментальных материалов, эффективная обработка которых возможна только алмазно-абразивными инструментами. Конкурентоспособность инструментов из СТМ является тем краеугольным камнем, на котором должно базироваться создание высокопроизводительных технологических процессов обработки.