

УДК 621.9.048.4

**ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ  
НА ФОРМИРОВАНИЕ АЛМАЗОНОСНОГО СЛОЯ  
НА БОКОВЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ РАСПИЛОВОЧНЫХ ДИСКОВ  
СПОСОБОМ ИХ ШАРЖИРОВАНИЯ**

**Киселев М.Г., Минченя В.Т., Касьяненко И.А., Скарулис С.Д.**  
*Белорусский национальный технический университет*  
*Минск, Беларусь*

Важнейшим этапом в технологии изготовления распиловочных дисков, предназначенных для распиливания кристаллов алмаза [1] является формирование на их боковых поверхностях алмазоносного (режущего) слоя. Это достигается путем закрепления на них тем или иным способом зерен алмазных микропорошков. На сегодня в алмазообработке с этой целью применяется в основном способ механического шаржирования зерен алмазных микропорошков путем их стирания в поверхность диска плоской шайбой или накатным роликом. Однако при традиционном шаржировании не обеспечиваются условия гарантированного внедрения и надежного закрепления алмазных частиц в поверхностном слое диска, чем объясняется невысокая режущая способность и весьма низкая износостойкость такого инструмента.

Как показали предшествующие исследования [2] наиболее полно отмеченные условия могут быть реализованы за счет применения в процессе шаржирования ультразвуковых колебаний, действующих нормально обрабатываемой поверхности. При этом необходимо использовать разомкнутую акустическую колебательную систему, в которой деформирующий элемент (инструмент) жестко не связан с выходным торцом ультразвукового преобразователя. При ультразвуковом возбуждении такой системы в ней может устанавливаться виброударный режим взаимодействия ее звеньев, который в сочетании с вращательным движением деформирующего элемента реализует наиболее благоприятные для шаржирования условия виброударного втирания зерен алмазных микропорошков в поверхность диска. Более того, благодаря такому режиму, процесс ультразвукового шаржирования протекает при весьма малых значениях сил трения, возникающих в зоне обработки. Это обстоятельство позволяет реализовать схему двустороннего шаржирования распиловочных дисков, что в условиях традиционной обработки из-за их весьма малой жесткости, сделать невозможно.

На специально созданной установке по двухстороннему шаржированию распиловочных дисков с ультразвуком была проведена серия экспериментов,

в ходе которых варьировались следующие параметры: статическая нагрузка  $P_{ст}$  от 10 до 50 Н; амплитуда ультразвуковых колебаний  $A_0$  от 2 до 6 мкм (при резонансной частоте 21,6 кГц); частота вращения преобразователей  $n_{пр}$  от 100 до 300 об/мин; частота вращения заготовки распиловочного диска  $n_d$  от 2,5 до 40 об/мин; продолжительность шаржирования  $t_{обр}$  от 30 с до 3 мин. Шаржированию подвергались распиловочные диски толщиной 0,05, 0,06 и 0,07 мм; использовался алмазный микропорошок АСМ 20/14 и касторовое масло в отношении 1:3. После обработки диски отжигались и испытывались на режущую способность полученного алмазоносного слоя, которая оценивалась по величине износа твердосплавного (ВК6) индентора диаметром 3 мм за фиксированное время его контактирования с вращающейся боковой поверхностью диска при постоянной статической нагрузке равной 2Н.

Принципиальная особенность процесса шаржирования с ультразвуком состоит в том, что процесс внедрения и закрепления алмазных частиц в материале диска (подложки) осуществляется за счет виброударного воздействия на них рабочей поверхности деформирующего элемента. Это, как известно, [3] значительно облегчает условия протекания пластических деформаций, что обеспечивает более глубоко в сравнении с традиционным шаржированием, внедрение алмазных частиц, а, соответственно, большую степень их закрепления в подложке. Поэтому сформированный на боковых сторонах распиловочного диска алмазоносный слой по режущей способности и износостойкости существенно превосходит аналогичные показатели у дисков, шаржированных по традиционной технологии.

Вторая особенность шаржирования с ультразвуком заключается в том, что в виброударном режиме работы акустической колебательной системы, деформирующий элемент совершает сложное колебательное движение вдоль оси преобразователя, т.е. перпендикулярно обрабатываемой поверхности. Важно подчеркнуть, что оно совершается с определенной цикличностью, а каждый цикл включает в себя три характерных стадии взаимодействия элементов. Так с момента ее ультразвукового возбуждения деформирующий элемент воздействует на алмазные зерна с амплитудой и частотой вводимых ультразвуковых колебаний. Затем по истечении некоторого времени (времени накачки) за счет явления динамического увода подвижного звена системы (корпуса преобразователя) реализуется эффект «затягивания» виброударной системы по амплитуде. На этой стадии происходит постепенное возрастание амплитуды колебаний деформирующего элемента при снижении частоты его взаимодействия с поверхностью диска (режим кратного соударения). При достижении критической величины динамического увода, происходит срыв системы с виброударного режима, затем вновь наступает стадия ее возбуждения «затягивание» на виброударный режим и т.д.

Таким образом, процесс шаржирования с ультразвуком представляет собой совокупность повторяющихся переходных процессов «затягивания» системы на виброударный режим и «срыва» с него. При этом наличие низкочастотных колебаний значительной амплитуды создает благоприятные условия для гарантированного попадания алмазных частиц в зону обработки, а их динамическое виброитерирование в материал подложки осуществляется, главным образом, за счет высокочастотной (ультразвуковой) области спектра колебаний во время стадий возбуждения и «затягивания» системы на виброударный режим, что, как указывалось выше, создает благоприятные условия для формирования алмазоносного слоя с высокими эксплуатационными показателями.

### **Литература**

1. Епифанов В.И., Песина А.Я., Зыков Л.В. Технология обработки алмазов в бриллианты. – М.: Высшая школа, 1982. – 335 с.
  2. Киселев М.Г., Минченя В.Т., Касьяненко И.А. Повышение эксплуатационных показателей распиловочных дисков// Порошковая металлургия. Минск. 1998. Вып.21. – С. 23-26.
- Марков А.И. Ультразвуковая обработка материалов. – М.:Машиностроение,1980. – С.237.

УДК 621.9.048.4

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИНТЕНСИФИЦИРУЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОГО РАСПИЛИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ АЛМАЗА**

**Киселев М.Г., Минченя В.Т., Галенюк Г.А., Дроздов А.В.**  
*Белорусский национальный технический университет*  
*Минск, Беларусь*

Цель данной работы заключалась в экспериментальной оценке степени влияния виброударного режима взаимодействия распиловочного диска с обрабатываемой заготовкой на интенсивность распиливания хрупких материалов и определения метода реализации данного режима. Как аналог, применительно к которому прогнозируется использовать полученные результаты, рассматривается процесс механического распиливания кристаллов алмаза. [1,2] Распиливание