

кормоуборочной технике», и именно такая работа позволила нам достичь определенных успехов в проектировании и создании машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Расчеты машиностроительных конструкций методом конечных элементов: Справочник/ В.И. Мяченков, В.П. Мальцев, В.П. Майборода и др.; Под общ. Ред. В.И. Мяченкова. – М.: Машиностроение, 1989; 2. Линейная теория тонких оболочек/ В.В. Новожилов, К.Ф. Черных, Е.И. Михайловский. – Л.: Политехника, 1991; 3. Н.В. Колкунов. Основы расчета упругих оболочек. – М.: Высшая школа, 1963; 4. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости – М.: Наука, 1975.–576с.; 5. Конечно-элементный пакет ИСПА: Теоретические основы. Руководство пользователя/ А.Н. Мухин. – М.: МАДИ, 1995; 6. MARC Volume A: Theory and User Information, Version K7. – Copyright © 1997 MARC Analysis Research Corporation, USA.

УДК 621.9.048.4

М. Г. Киселев, А. В. Дроздов

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СИЛ ЗАКЛИНИВАНИЯ РАСПИЛОВОЧНОГО ДИСКА НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В процессе изготовления изделий из драгоценных камней, включая монокристаллы алмаза, которые относятся к группе хрупких материалов, повсеместно применяется операция их механического распиливания. Режущим инструментом при этом служит бронзовый (Бр ОФ 6.5-0.15) распиловочный диск, на боковых сторонах которого тем или иным способом закреплены зерна алмазных микропорошков.

Однако, в отличие от металлорежущего инструмента типа дисковых фрез, ножовочных полотен и пил, распиловочный диск не имеет на торцевой поверхности регулярно расположенных режущих зубьев с соответствующим их разводом, что сделано для уменьшения толщины реза и сокращения безвозвратных потерь дорогостоящего сырья. Расположенные на его торцевой и боковой поверхности зерна шаржированного алмазного микропорошка имеют небольшие размеры и не могут предотвратить стремление пропиленных частей заготовки сомкнуться за счет действия внутренних напряжений. В результате возрастает величина усилий, действующих по нормали к боковым поверхностям диска, что обуславливает их постоянный скользящий контакт с пропиленными участками заготовки. Данное увеличение сил заклинивания распиловочного диска вызывает рост температуры в зоне скользящего контакта инструмента и заготовки, в результате увеличения сил давления на боковые стороны распиловочного диска. Это приводит к изменению условий и механизма трения-скольжения в зоне распиливания.

При взаимодействии боковых сторон распиловочного диска и пропиленных участков образца имеет место абразивное изнашивание-полирование обработанных частей заготовки (сетка однонаправленных рисок, оставленных зернами алмазных микропорошков, закрепленных на боковой поверхности инструмента). Увеличение температуры в зоне взаимодействия может приводить к изменению механизма

изнашивания с абразивного на адгезионный [1, 2]. Это вызывает увеличение срыва с боковых поверхностей распиловочного диска шаржированного алмазного порошка и пакетированию им обработанной поверхности заготовки в зоне пропила, соответствующей максимальному значению сил заклинивания. Это предположение подтверждает фотография поверхности распила сделанная при обычном распиливании (рис. 1).



Рис. 1. Фотография конечной зоны (60 % от длины диагонали) обработанной поверхности заготовки при традиционном распиливании (увеличение 200^x).

На фотографии ярко видны следы, оставленные алмазным порошком на поверхности корунда в результате возросшего давления пропиленных частей заготовки на боковые поверхности распиловочного диска, что приводит к ухудшению качества распиленных поверхностей образцов.

Как известно [3, 4], путем введения в зону резания вынужденных колебаний можно за счет изменения направления их действия и интенсивности существенным образом влиять на выходные показатели процесса обработки. Поэтому для оценки влияния виброударного режима обработки на изменение сил заклинивания, что позволило бы судить о качестве обработанной поверхности заготовок, был проведен комплекс сравнительных экспериментальных исследований по распиливанию образцов, как в обычных условиях, так и при виброударном режиме обработки. Опыты выполнялись на промышленной распиловочной секции станка ШП – 2, применяемой для механического распиливания монокристаллов алмаза.

В ее конструкцию, схема которой приведена на рис. 2, дополнительно был введен вибропривод. В качестве последнего использовался микроэлектродвигатель постоянного тока ДПМ – 25 – Н1 – 03, который закреплялся на верхней плоскости стрелы между регулировочным винтом и обрабатываемой заготовкой. Для возбуждения колебаний на выходном валу электродвигателя закреплялся уголок с неуравновешенной массой. Амплитуда и частота этих смещений регулировались за счет изменения величины и положения неуравновешенной массы относительно оси вала, а также частоты его вращения.

Для сравнительной оценки был принят виброударный режим работы вибропривода на резонансной частоте распиловочной секции (табл. 1).

Таблица 1

Основные параметры вибропривода при виброударном режиме его работы

Режим работы вибропривода	Частота вращения вала электродвигателя, об/мин	Частота колебаний заготовки, Гц	Амплитуда колебаний заготовки, мкм
1	2480	41,3	87,4

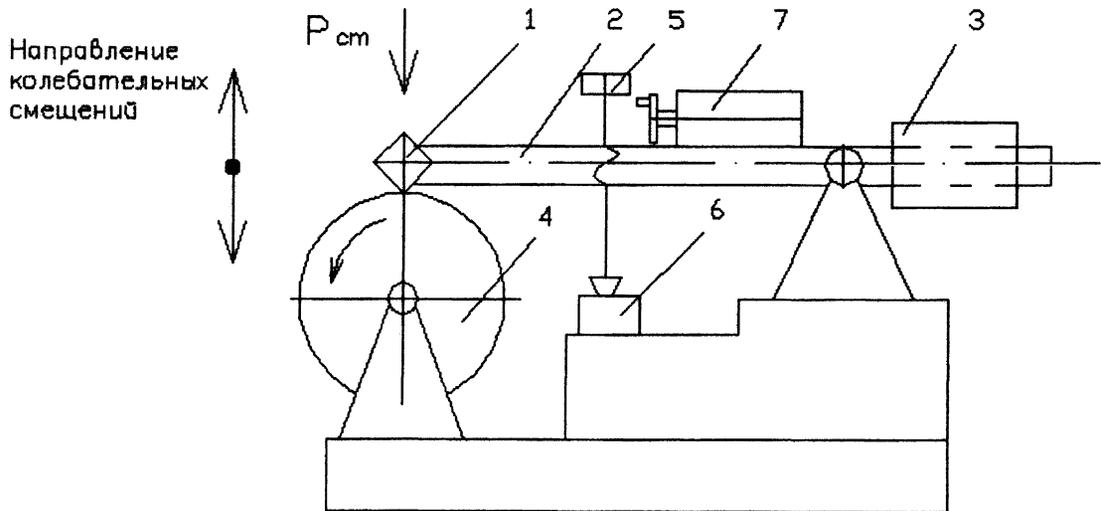


Рис. 2. Схема экспериментальной установки для распиливания хрупких материалов в виброударном режиме: 1 – обрабатываемая заготовка; 2 – стрела; 3 – противовес; 4 – распиловочный диск; 5 – регулировочный винт; 6 – упругая прокладка; 7 – вибропривод.

В начале определялся момент сил трения, действующих в графитовых подшипниках скольжения шпиндельного узла распиловочной секции. Для этого с волчка снимался приводной ремень, а режущий инструмент находился вне контакта с обрабатываемой заготовкой. Затем чаша трособлочной системы последовательно нагружалась набором гирь, с разницей между значениями промежуточных весов равной 1 грамму. После того как происходил поворот шпинделя под действием грузов, измерения прекращались, и фиксировался суммарный вес гирек на чаше трособлочной системы. Затем приводной шпиндель одевался на волчок и начинался процесс распиливания. Измерения моментов сопротивления производились по всей глубине распиливания заготовки с интервалом 0,5 мм. При этом после каждого этапа распиливания приводной ремень осторожно снимался. Один из концов трособлочной системы аккуратно зацеплялся с помощью небольшого крючка с одним из отверстий пластины, расположенной наиболее близко по вертикали к ее краю. Производилось нагружение чаши трособлочной системы набором промежуточных грузов. После проведения измерений из каждого значения веса, полученных при последовательном распиливании заготовки вычиталось значение веса, полученное при измерении момента сил трения в подшипниках. Значения веса переводились в моменты сил, необходимых, для того чтобы стронуть шпиндель с режущим инструментом, внедренным на определенную глубину в заготовку. Данные измерений 10 различных заготовок по глубине, выраженной в процентах от длины диагонали каждой заготовки, для нескольких режимов распиливания, позволяющие судить об изменении значения сил заклинивания по глубине пропила, представлены на рис.3.

Как видно из рисунков при традиционном распиливании максимальное значение сил заклинивания приходится на значение глубины распиливания составляющей порядка 60-70 % от длины диагонали заготовки. Затем следует резкое снижение сил заклинивания до значения соответствующего силам трения боковых сторон распиловочного диска о распиленные поверхности заготовки из корунда. Постепенное возрастание этих сил приводит к увеличению срыва шаржированного алмазного порошка с боковых поверхностей распиловочного диска и пакетированию ими обработанной поверхности заготовки в конце пропила.

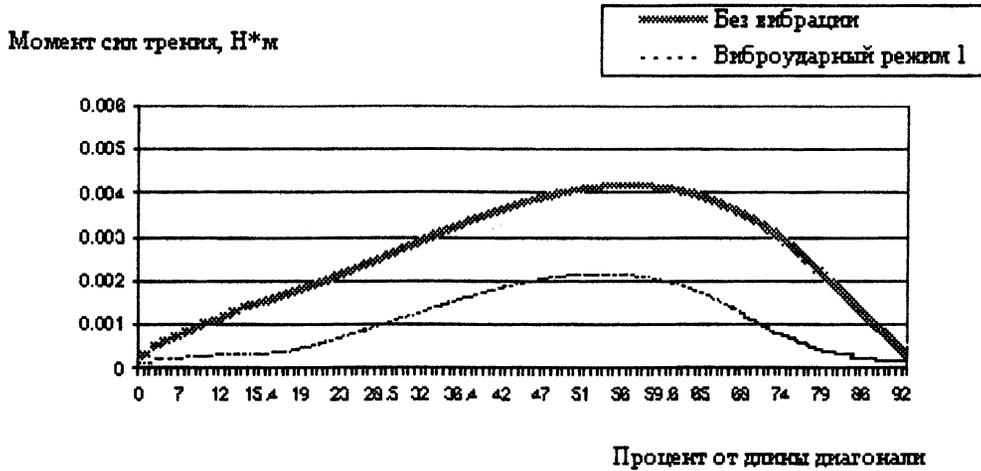


Рис. 3. Диаграмма зависимости момента сил заклинивания по глубине пропила заготовки относительно длины диагонали заготовки для различных режимов распиливания.

Из рисунков видно что, при реализации виброударного режима обработки значение сил заклинивания меньше, чем при традиционном распиливании, хотя характер изменения сил заклинивания по глубине пропила остается аналогичным описанному выше для традиционной обработки. При окончании распиливания действие внутренних напряжений прекращается и следует резкое снижение сил заклинивания до значения соответствующего силам трения боковых сторон распиловочного диска о распиленные поверхности заготовки из корунда.

Важно подчеркнуть, что при виброударном распиливании значение сил действующих со стороны пропиленных частей заготовки на распиловочный диск будет меньше, чем при обычной обработке, хотя характер их изменения остается аналогичным. Поэтому и описанный эффект срыва с боковых поверхностей алмазного порошка будет проявляться в меньшей степени. Таким образом, можно утверждать, что применение виброударного режима обработки позволяет улучшить качество обработанных поверхностей распиленных полуфабрикатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лоладзе Т. Н., Бокучава Г. В. Износ алмазов и алмазных кругов. М.: Машиностроение 1967, - 171 с.
2. Лоладзе Т. Н., Бокучава Г. В. Обработка машиностроительных материалов алмазным инструментом. М.: Машиностроение 1966, - 214 с.
3. Марков А. И. Ультразвуковая обработка материалов. М.: Машиностроение, 1980, - 237 с.
4. Ультразвук в поверхностной обработке материалов/ Под ред. М. Г. Киселева, В. Т. Минчени, В. А. Ибрагимова. – Мн.: Тесей, 2001, - 344 с.