

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО ВИБРОУДАРНОГО РЕЖИМА НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАСПИЛИВАНИИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Одной из наиболее трудоемких операций при обработке твердых материалов, в частности, при изготовлении бриллиантов, является процесс механического распиливания заготовок. Кроме значительной производительности обработки необходимо обеспечение высокого качества обработанной поверхности, что вызвано стремлением сократить потери сырья на последующих стадиях обработки и увеличить стоимость обработанного изделия. Процесс распиливания кристаллов алмаза выполняется на распиловочном станке мод. ШП-2, конструкция которого не претерпела значительных изменений на протяжении значительного периода времени.

Известны попытки увеличить производительность процесса распиливания кристаллов алмаза и улучшить качество обработки путем сообщения вынужденных колебаний обрабатываемой заготовке или режущему инструменту [1,2]. В данных исследованиях колебания имели ультразвуковую частоту и сообщались конструкции с помощью магнитострикционных преобразователей. Из анализа полученных результатов были не выявлены аспекты положительного влияния ультразвука на показатели процесса механического распиливания кристаллов алмаза.

Целью данных исследований было исследование влияния низкочастотных колебаний с более значительной, чем при получаемых с помощью ультразвуковых преобразователей, амплитудой на качество распиливаемых поверхностей. Для этого была разработана виброударная распиловочная секция, позволяющая сообщать низкочастотную вибрацию обрабатываемой заготовке в процессе обработки. Ее конструкция характеризуется незначительными изменениями станка мод. ШП-2, что позволяет достаточно легко проводить модернизацию распиловочных станков алмазообрабатывающих предприятий республики.

В качестве вибропривода был использован микродвигатель постоянного тока мод. ДПМ-25-Н1-03. Для создания колебаний на выходном валу электродвигателя закреплялся уголок. С целью регулирования амплитуды коле-

баний на одном из его краев было выполнено отверстие для дополнительных грузов, которые представляли собой набор свинцовых пластинок. Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.

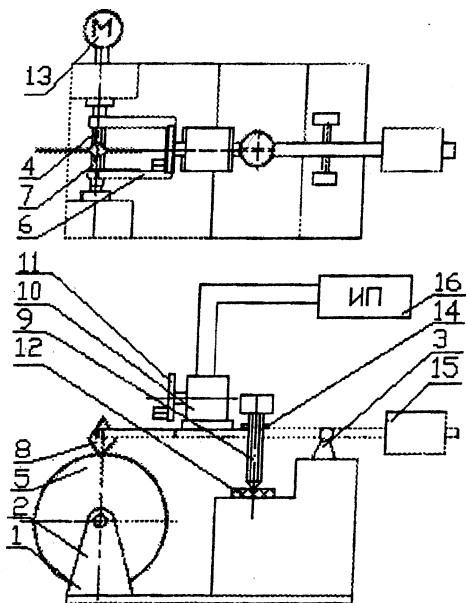


Рис. 1. Схема экспериментальной установки с электродвигателем постоянного тока в качестве вибропривода

Установка для распиливания кристаллов твердых материалов содержит станину 1 с двумя парами стоек 2 и 3. В передней паре в бронзографитовых подшипниках скольжения установлен шпиндель 4 с распиловочным диском 5. Задняя пара стоек 3 станины 1 распиловочной секции служит для установки стрелы 6 с оправками 7, в которых закрепляется образец 8. Стрела 6 поддерживается в рабочем положении регулировочным винтом 9. На стреле 6 находится электродвигатель постоянного тока 10 с механизмом возбуждения вибрационных колебаний 11 в виде неуравновешенной уголка с дополнительными грузами.

Кроме того, электродвигатель постоянного тока 10 имеет возможность перемещения (на чертеже не показано) вдоль стрелы 6, а регулировочный винт опирается на упругую подушку 12, которая предназначена для плавной подачи образца 8 на режущий инструмент 5. Подача происходит вследствие внедрения острого края регулировочного винта в материал упругой подушки.

Вращение шпинделя 4 осуществляется с помощью плоскоременной передачи (на чертеже не показана) от электродвигателя 13.

Для того чтобы во время распиливания образца 8 стрела 6 не перемещалась самопроизвольно под воздействием вибрационных колебаний, установлен механизм 14, противодействующий самоотвинчиванию. Для уравнивания стрелы 6 и создания требуемого давления на образец 8 применен регулируемый противовес 15. Привод во вращение электродвигателя постоянного тока 10 осуществлялся с помощью источника питания 16 с возможностью изменения выходного напряжения в пределах 0–15 В.

Установка работает следующим образом. Включается электродвигатель 13 установки. При помощи регулировочного винта 9 стрела 6 с закрепленным образцом 8 опускается на распиловочный диск. Приводится во вращение электродвигатель постоянного тока 10, который с помощью вибропривода 11 сообщает колебания заготовке. Вибрационные колебания в данной установке создаются за счет центробежных сил, действующих на вращающийся неуравновешенный уголок. Амплитуда получаемых колебаний регулируется за счет дополнительных грузов.

Обрабатываемые образцы в виде куба с размерами сторон 5 мм закреплялись в оправке, имеющей специальный паз для ориентации заготовки на «ребро». Материалом для заготовок служил синтетический корунд, который занимает второе место по твердости (9 по шкале Мооса) и абразивной способности после алмаза.

Все испытания по распиливанию, как при традиционном, так и при виброударных режимах проводились при нескольких значениях статической нагрузки $P_{ст}$ на распиловочный диск, равных 2,10, 3,06, 4,00 Н.

В ходе опытов были установлены следующие режимы виброударного распиливания.

Таблица 1

Краткая характеристика использованных режимов распиливания

Режим виброударной обработки	Напряжение питания электродвигателя, Вольт	Частота вращения электродвигателя, мин ⁻¹	Частота вынужденных колебаний распиловочной стрелы, Гц	Амплитуда вынужденных колебаний распиловочной стрелы, мкм
1	4	2480	41,3	87,42
2	8	5110	85,2	32,43
3	12	6049	100,8	25,38

Для выяснения степени влияния относительно низкочастотных (40–100 Гц) колебаний имеющих значительную амплитуду (20–80 мкм) на каче-

ство распиленной поверхности были определены параметры R_a и R_z , характеризующие шероховатость обработанных частей образцов. Требуется отметить, что распиливание твердых образцов производилось бронзовыми распиловочными дисками, боковые поверхности которого были шаржированы алмазным порошком АСН 20/14. На торцевую поверхность режущего инструмента в процессе обработки наносилась смесь указанного выше алмазного порошка с касторовым маслом. Таким образом, распиливание производилось в присутствии свободного абразива, т.е. условиях максимально приближенных к условиям распиливания натуральных и синтетических монокристаллов алмаза, выполняемых на РАУП ГПО «Кристалл». Целью данной серии опытов было выяснение характера шероховатости обработанной поверхности в условиях наличия низкочастотных вибрационных колебаний различных как по амплитуде, так и по частоте.

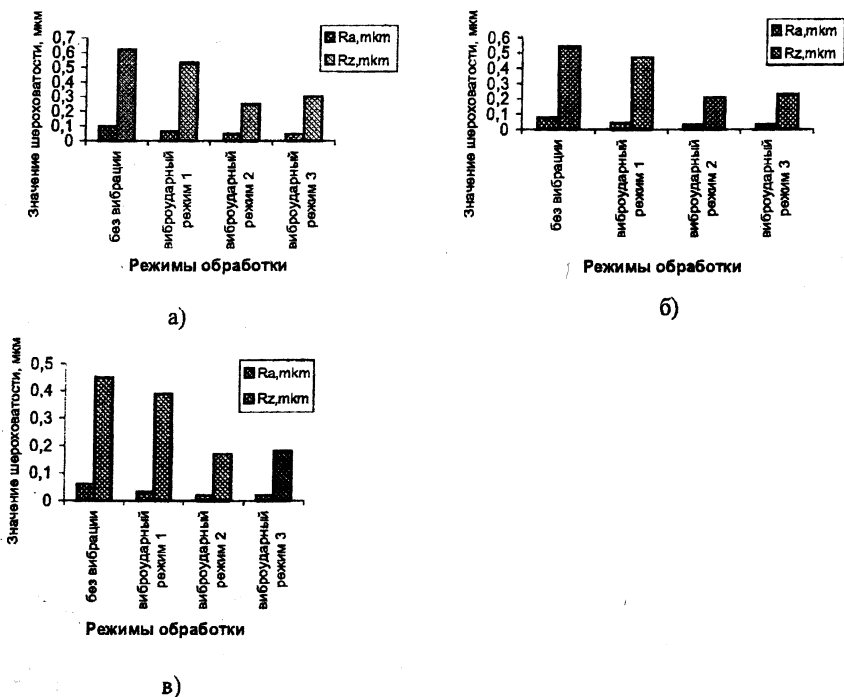


Рис. 2. Диаграммы зависимости параметров R_a и R_z шероховатости поверхности от режимов распиливания при различной статической нагрузке: а) — 4,00 Н; б) — 3,06 Н; в) — 2,10 Н

Образцы из синтетического корунда после распиливания промывались и обезжиривались, после чего производились измерения параметров R_a и R_z на профилометре-профилографе фирмы «Talystep» (Англия).

Значения указанных выше параметров при различных значениях статической нагрузки и различных режимах виброударной обработки в сравнении с традиционным распиливанием представлены на рис. 2.

Видно, что с увеличением статической нагрузки значение параметров шероховатости, как при традиционном, так и при виброударном распиливании возрастает, но в последнем случае высота микронеровностей распиленной поверхности остается существенно ниже. Увеличение значения параметров R_z и R_a с повышением статической нагрузки в обоих случаях связано в возрастанием давления в зоне контакта торцевой поверхности диска с заготовкой, что вызывает увеличение размера частиц скальваемого материала, обуславливая, тем самым, повышение первоначальной шероховатости пропиленной поверхности образца. Вместе с тем при виброударном распиливании, благодаря интенсификации полирующего эффекта, высота микронеровностей распиленной поверхности оказывается меньше.

С увеличением частоты подаваемых на заготовку колебаний уменьшается уровень динамического воздействия единичного алмазного зерна на обрабатываемый материал заготовки в момент ее контакта с торцевой поверхностью диска, что, в конечном итоге, приводит к снижению первоначальной шероховатости. Однако ее последующее уменьшение за счет изнашивания о боковые поверхности диска существенным образом зависит от отношения амплитуды колебательной скорости и скорости скольжения. Это заметно при сравнении результатов полученных при распиливании в режимах 2 и 3, которые имеют близкое значение параметров R_z и R_a , однако их меньшие значения в виброударном режиме 2, объясняются большей амплитудой колебаний в данном режиме.

Анализ влияния амплитуды вибрационных колебаний на значение параметров R_z и R_a распиленной поверхности образца показывает, что по мере увеличения A_0 происходит снижение параметра R_z , который достигает своего минимального значения при амплитудах колебаний порядка 30 мкм (виброударный режим 2). При распиливании в резонансном режиме 1 с большими значениями A_0 (около 70 мкм) высота микронеровностей распиленной поверхности начинает возрастать, хотя значение параметров R_z и R_a остается ниже, чем при обработке в обычных условиях. Это можно объяснить следующим: при малых значениях амплитуды вибрационных колебаний ($A_0=20-30$ мкм) уровень виброударного режима работы акустической колебательной системы относительно невысок. В случае же совпадения частоты вынужда-

ющих колебаний с собственной частотой распиловочной секции (виброударный режим 1) и значительной интенсивности ее возбуждения ($A_0 > 70$ мкм) в момент контакта торцевой поверхности диска с обрабатываемой заготовкой возникают значительные динамические нагрузки, вызывающие интенсивное разрушение поверхности, что приводит к возрастанию на ней высоты микронеровностей, характеризующих первоначальную шероховатость. Поэтому последующее их сглаживание в процессе трения о боковые поверхности диска происходит менее интенсивно, чем при распиливании с малым уровнем возбуждения акустической колебательной системы.

Таким образом, можно определить режим обработки, при использовании которого можно получить наименьшее значение параметров R_1 и R_2 . Таким режимом (рис. 2) являются виброударные режимы обработки 2 и 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Епифанов В.И., Песина А.Я., Зыков Л.В. Технология обработки алмазов в бриллианты. — М.: Высшая школа, 1982. — 335 с. 2. Бочаров А.М., Климович А.Ф., Старовойтов А.С., Снежков В.В. Изнашивание монокристаллов алмаза. — МН.: Беларуская навука, 1996. — 144 с.

УДК 621.94

**В.И. Клевзович, В.И. Туромша,
А.И. Бачанцев, А.А. Сединин**

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Для сопоставления уровня энергетических затрат при различных режимах сверления решалась теоретическая задача обработки отверстия диаметром $\varnothing 25$ мм и глубиной 60 мм в конструкционной стали ($\sigma_b = 750$ МПа). Для сопоставления результатов была принята обработка отверстия за один и за два прохода.

Расчеты выполнялись в соответствии с традиционной методикой назначения режимов резания [1]. Подача назначалась в соответствии с рекомендациями и находилась в пределах 0,2–0,5 мм/об.

Скорость резания V (м/мин) при обработке за один проход определялась по формуле