

Ультразвуковая Размерная Обработка Твёрдых и Хрупких Материалов (Изделий из Графита)

Хмелёв В.Н., Левин С.В., Хмелёв С.С., Цыганок С.Н., Боброва Г.А.

Центр ультразвуковых технологий, Бийск, Россия

Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета и. И.И. Ползунова, Бийск, Россия

Реферат – В статье представлен ультразвуковой способ размерной обработки твёрдых и хрупких материалов, на пример графита, который получил широкое применение в промышленности в виде различных изделий благодаря своим уникальным свойствам.

Ключевые слова – ультразвуковое оборудование, ультразвуковая размерная обработка твёрдых и хрупких материалов.

I. ВВЕДЕНИЕ

ГРАФИТ ПРЕДСТАВЛЯЕТ собой алотропную форму углерода, которая характеризуется определенной кристаллической структурой, имеющей своеобразное строение.

Применение в промышленности изделия из графита получили благодаря уникальным свойствам материала: высоким значениям электропроводности и теплопроводности, диамагнитности, нерастворимости, упругости, уникальным оптическим и скользящим свойствам.

Широкому распространению изделий из графита в современных производствах препятствуют проблемы обработки изделий из графита (см. Рис.1). Выполнение пазов и отверстий, необходимых для крепления и использования изделий является сложной технической задачей из-за чрезмерной хрупкости материала.



Рис. 1. Пример изделия из графита

В настоящее время наибольшее распространение для обработки графита получил способ сверления алмазосодержащим вращающимся инструментом. К сожалению, такой способ позволяет выполнять только круглые сквозные отверстия, характеризуются низкой производительностью и высокой энергоёмкостью процесса.

Поэтому задача создания и практического применения способа обработки графита, исключающего разрушающие механические воздействия и обеспечивающего выполнение сквозных и глухих отверстий любой формы является актуальной.

Среди различных способов обработки хрупких материалов известна ультразвуковая размерная обработка [1]. Использование ультразвуковых колебаний высокой интенсивности обеспечивает выполнение сквозных и глухих отверстий любой формы, выполнение пазов в таких хрупких материалах, как керамика, стекло, самоцветы, ферриты и т.п.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Ультразвуковой способ обработки представляет собой разновидность обработки долблением – хрупкий материал выкалывается из изделия ударами зёрен более твёрдого абразива, которые направляются торцом рабочего инструмента, колеблющегося с ультразвуковой частотой.

Преимущества ультразвукового способа обработки перед другими заключаются в возможности обрабатывать непроводящие и не прозрачные материалы, а также в отсутствии после обработки остаточных напряжений, приводящих, при использовании других способов, к образованию трещин на обрабатываемых поверхностях.

Способ ультразвуковой обработки был использован для обработки изделий из графита.

Проверка функциональных возможностей ультразвуковой обработки графита была осуществлена при помощи ультразвукового аппарата серии «Сапфир», модели СУЗ-0,4/22-О,

производства ООО «ЦУТ АлтГТУ» [2], способного выполнять отверстия диаметром от 1,5 до 50 мм со скоростью обработки (по стеклу) до 5 мм/мин.

Технология обработки заключалась в подаче абразивной суспензии в рабочую зону, т.е. в пространство между колеблющимся с высокой частотой торцом рабочего инструмента и поверхностью обрабатываемого изделия. Зёрна абразива под действием ударов колеблющегося инструмента ударяют по поверхности обрабатываемого изделия и производят его разрушение.

С применением указанного оборудования выполнялись сквозные отверстия диаметрами 5, 10 и 12 мм (см. Рис.2). Паз на торцевой поверхности выполнялся инструментом диаметром 12 мм.

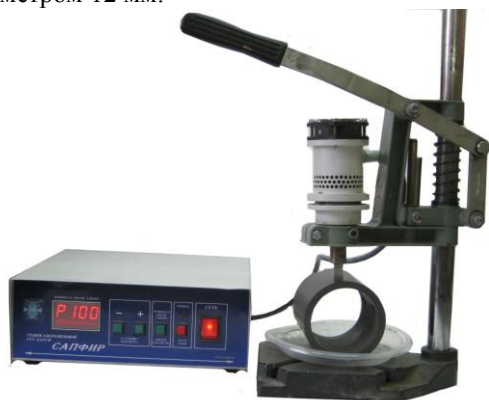


Рис. 2. Внешний вид ультразвукового аппарата

Во всех экспериментах использовалась абразивная суспензия, состоящая из воды и карбида кремния в соотношении 10/1, непрерывно подаваемая в зону сверления кистью.

Результаты размерной обработки графитового изделия, представлены на Рис.3.



Рис. 3. Изделие после размерной обработки

При проведении исследований и отработке технологии выполнения отверстий в изделии из графита, максимальная амплитуда колебаний ультразвукового воздействия увеличивалась от 10 до 60 мкм. При этом получились отверстия высокого качества со стороны поверхности сверления. Однако, по мере увеличения амплитуды и скорости сверления на выходе инструмента из материала, на графитовом образце образовались небольшие сколы (см. Рис.4).

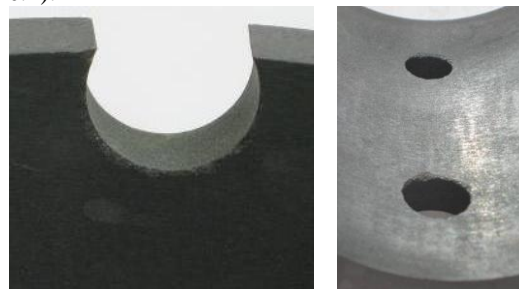


Рис. 4. Отверстия в графитовом образце с небольшими сколами

Для обеспечения отверстий высокого качества в изделиях из графита, экспериментально подобрана амплитуда колебаний рабочего инструмента, которая составила порядка 35 мкм. Образцы, полученные при выполнении отверстий с указанной амплитудой колебаний, показаны на Рис. 5.

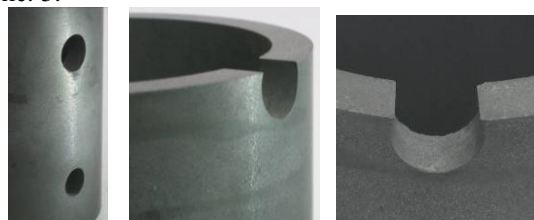


Рис. 5. Отверстия в графитовом образце высокого качества

Как следует из фото, отверстия полученные путём ультразвукового сверления практически не имеют сколов, которые обычно образуются при выходе инструмента при использовании других способов обработки.

В результате сверления отверстий в изделии из графита рабочим инструментом с оптимальной амплитудой колебаний рабочего инструмента (35 мкм), в зависимости от диаметра рабочего инструмента, средняя скорость образования отверстия составила не менее 1 мм/мин.

Для подтверждения возможностей ультразвукового способа обработки графита проведено выполнение пазов сложной формы.

В качестве примера на Рис. 6 показан пример выполнения обработки без вращения с получением паза сложной формы.

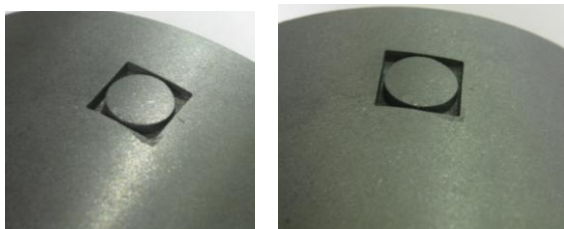


Рис. 6. Глухое отверстие прямоугольной формы в изделии из графита

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате выполнения работы была показана возможность и эффективность использования ультразвукового способа для обработки изделий из графита, выбрана и отработана технология выполнения глухих и сквозных отверстий различной формы высокого качества в изделиях из графита с помощью стандартного ультразвукового оборудования, определена оптимальная амплитуда ультразвукового воздействия. Технология и оборудование могут быть рекомендованы для практического промышленного применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Хмельёв В.Н., Барсуков Р.В., Цыганок С.Н. Ультразвуковая размерная обработка материалов: Монография/ Алт. гос. техн. ун-т. им. И.И. Ползунова. – Барнаул: изд. АлтГТУ, 1999. – 120 с.
- [2] <http://u-sonic.ru/devices/sapphire2>