

Студент гр. 10402119 Губар П.Г.

Научный руководитель – Белявин К.Е.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Ультразвуковые колебания широко используют в различных технологических процессах. Их применяют для очистки поверхностей от загрязнений, сварки пластмасс и мягких металлов, пайки, интенсификации обработки резанием и пластическим деформированием, химических и электрохимических процессов, при нанесении покрытий, поверхностном упрочнении, получении порошковых материалов и графена, перемешивании различных жидкостей и эмульсий. Кроме того, ультразвуковые методы широко используются для неразрушающего контроля (выявление дефектов, трещин и пор, определение уровня внутренних и остаточных напряжений, измерение толщины покрытий и др.). Ультразвуковая обработка имеет несколько разновидностей:

1. Ультразвуковая обработка в абразивных суспензиях (УОАС).

2. Ультразвуковая обработка инструментом с абразивным рабочим слоем (закрепленным абразивом), которую, в соответствии, с базовыми схемами механической обработки можно классифицировать как:

- ультразвуковое фрезерование;
- ультразвуковое шлифование;
- ультразвуковое сверление;
- ультразвуковое полирование.

3. Традиционные процессы механической обработки, выполняемые с наложением ультразвуковых колебаний различной направленности.

Ультразвуковую обработку применяют для выполнения самых разных операций: разрезания заготовок на пластины, вырезание из пластин деталей различной формы и размеров, изготовление отверстий, щелей, полостей, шлифование, фрезерование, точение, нарезание резьбы, гравирование и клеймение. Некоторые из этих операций показаны на рисунке 1.

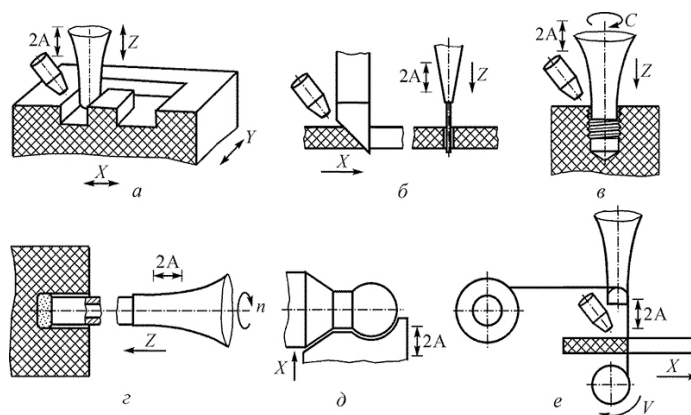


Рисунок 1 – Некоторые операции ультразвуковой обработки:

а – фрезерование; б – резка; в – нарезание резьбы; г – прошивка глубокого отверстия;

д – точение; е – резка (вырезка) проволочным инструментом

Ультразвуковое разрезание может производиться ножевидным инструментом с толщиной режущей части 0,08...0,5 мм или стальной проволокой. Стальную проволоку используют для вырезки сложнопрофильных изделий из листа толщиной до 10 мм и обработки узких щелей. Для обработки деталей, имеющих поверхности вращения, используют схему, показанную

на УЗРО является практически единственным способом нарезания резьбы в твердых керамических материалах. Инструмент вместе с ультразвуковой головкой подается в осевом направлении посредством винта, имеющего шаг нарезаемой резьбы, или устройством ЧПУ (винтовая интерполяция). Резьба получается тем точнее, чем меньше абразивные зерна и амплитуда колебаний. Изготовление сквозных и глухих отверстий – наиболее распространенная операция УЗРО. Размеры отверстий, обрабатываемых ультразвуковым методом, находятся в пределах 0,1...120 мм. Точность обработки отверстий соответствует 7...10 квалитетам. Обработку вращающимся инструментом с закрепленным абразивом используют для прошивки отверстий, в том числе и глубоких до 300 мм.

Ультразвуковая обработка в абразивных суспензиях основана на удалении материала свободными абразивными зернами при наложении ультразвуковых колебаний на деталь или инструмент. С ее применением хорошо обрабатываются хрупкие материалы (стекло, твердые сплавы и др.), частицы которых скалываются ударами зерен абразива. Вязкие материалы (незакаленная сталь, латунь) обрабатываются этим способом редко.

Она позволяет существенно упростить и ускорить процесс изготовления фасонных деталей из керамик. Появляется возможность выполнять в них отверстия и углубления сложной формы, получать и доводить точные элементы матриц, пуансонов, фильер и множества других деталей из твердых сплавов, керамик и сверхтвердых материалов.

Профиль обработанной поверхности с высокой точностью (~0,01 мм) повторяет форму инструмента. Точность зависит от размеров и износа инструмента, жесткости технологической системы, размера зерен абразива и технологических режимов обработки. Производительность увеличивается с ростом амплитуды, однако при больших амплитудах возрастает ударная нагрузка на абразивные зерна, что приводит к их разрушению и снижению скорости обработки.

Производительность увеличивается с ростом частоты колебаний. Одновременно снижается стойкость инструмента. Следует отметить также, что производительность УОАС снижается с увеличением вязкости и твердости обрабатываемого материала. Она растет с увеличением твердости материала абразива.

В таблице 1 приведены сведения по обрабатываемости УОАС различных материалов, а в таблице 2 – о достигаемой точности обработки.

Таблица 1 – Сведения по обрабатываемости УОАС различных материалов

Обрабатываемый материал	Относительная обрабатываемость
Стекло	1
Ферриты	0,8
Минералокерамика	0,2
Керамика	0,4
Твердые сплавы	0,02...0,08
Кварц	0,5

Таблица 2 – Сведения о достигаемой точности обработки

Размер зерен основной фракции, мкм	Величина разбивания, ΔD , мкм	Конусность, мм	Достижимая точность обработки
125...100	200...300	0,03...0,04	$\pm 0,04$
80...63	100...150	0,02...0,03	$\pm 0,03$
50...40	80...63	0,01...0,02	$\pm 0,02$
28...20	80...63	0,01	$\pm 0,01$
10 ... 7	80...63	0,005	$\pm 0,005$

Следует отметить, что использование ультразвуковой размерной обработки неуклонно увеличивается, что связано с расширяющимся применением новых композиционных материалов, керамокомпозитов, технических керамик из нитрида кремния, оксидов алюминия и циркония, нитрида алюминия и др., а также керамических покрытий.

Список использованных источников

1. Агапов, С.И. Интенсификация процесса обработки труднообрабатываемых материалов при введении ультразвуковых колебаний в зону резания / С.И. Агапов. – Волгоград, 2009. – 78 с.
2. Артёмьев, В.В. Ультразвуковые виброударные процессы / В.В. Артёмьев. – Минск: БНТУ, 2005. – 258 с.