

— Вып. 11.— С. 69-76. 2. Чачин В.Н., Кардаполова М. А., Спиридонов Н.В., Девойно О.Г., Лазнев В.К. Снижение трещинообразования при оплавлении покрытий из самофлюсующихся сплавов лазерным лучом//Физика и химия обработки материалов. — Москва.— 1991.—№1.— С.125-132.

УДК 621.9.048

В. К. Деревяшкин

ОСНОВЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Ультразвуковая обработка относится к числу уникальных технологий, которыми владеет в мире ограниченное количество стран (производящих ультразвуковое оборудование меньше, чем производящих ядерное оружие). Это связано с отсутствием фундаментальных знаний в части ультразвуковой обработки кристаллических и поликристаллических материалов, образования поверхностных и объемных повреждений.

Ультразвук представляет собой периодические упругие колебания с частотой от $2 \cdot 10^4$ до 10^{13} Гц, однако для технологических целей используется диапазон от 16 до 1600 кГц. Распределение таких колебаний происходит только в среде, обладающей упругими свойствами. Для этого используют жидкие среды. Для увеличения производительности могут искусственно увеличивать давление жидкости.

Ультразвук генерируется механическими и электромеханическими излучателями. Чаще всего используются магнитострикционные и пьезоэлектрические электро-механические излучатели.

Магнитострикционные излучатели применяются для генерации ультразвука с частотой до 200 кГц. В основе устройства этих излучателей лежит явление магнитострикции — изменение формы и объема ферромагнетиков, помещенных в переменное магнитное поле. Если ферромагнетик намагничивается в периодически изменяющемся магнитном поле, то в нем возникают вынужденные механические колебания, являющиеся источником ультразвука. Простейшим ультразвуковым магнитострикционным вибратором служит ферромагнитный стержень, являющийся сердечником высокочастотного трансформатора.

Магнитострикционный преобразователь, электромеханический или электроакустический преобразователь, в котором энергия магнитного поля преобразуется в энергию механических колебаний и наоборот, благодаря обратимому эффекту магнитострикции, используется как излучатель или приёмник ультразвука (при измерениях

вибраций различных конструкций и сооружений, в фильтрах и стабилизаторах электро- и радиотехнических устройств). Магнитострикционный преобразователь представляет собой сердечник из магнитострикционного материала (никель, спец. сплавы, ферриты и др.) с обмоткой. Преобразующим элементом является сам сердечник, в котором относительное удлинение при намагничивании достигает величин

$$\frac{\Delta l}{l} = 10^{-5} \div 10^{-3},$$

где l — длина сердечника, Δl — приращение длины сердечника при помещении его в изменяющееся магнитное поле. При частотах 10-100 кГц наиболее рационально применять магнитострикционный преобразователь из металлических материалов, обладающих более высокими механической прочностью и индукцией насыщения. Магнитострикционные преобразователи гидроакустических и ультразвуковых промышленных установок чаще всего имеют стержневую или кольцевую форму, иногда выполняются в виде тонкостенных трубок, колеблющихся по длине; звук излучается или принимается торцевыми поверхностями магнитопровода.

Тут следует отметить, что приводимые в разных источниках данные о производительности, чистоте и точности обработки, а также удельные энергетические показатели рассматриваемого метода имеют существенные расхождения. Это вызвано различными условиями получения данных и различной методикой постановки исследований.

Таблица 1
Результаты исследований УЗО

Средняя удельная производительность, см ³ /сек	Средний удельный расход энергии, Дж/см ³
0,00003 — 0,2	6-36 · 10 ⁶
0,01 — 0,2	3-6 · 10 ⁴

Для ультразвуковой обработки необходимо обеспечить на технологическом оборудовании следующие параметры: переменный ток повышенных частот, питающее напряжение 300-600 В, генерируется ультразвук частотой 20-40 кГц с помощью магнитострикционного преобразователя. Подвод напряжения осуществляется в преобразующему звену (двигателю или магнитострикционному преобразователю) без ввода в рабочую зону.

Тип, характер, мощность и место расположения излучателей различны в зависимости от вида операции. Излучатели бывают встроенные (стационарные) и погруженные (перемещаемые).

Чистовое, плоское и круговое шлифование (наружное и внутреннее) диэлектриков выполняется при помощи свободного абразива, помещенного в поле ультразвуковых колебаний.

Также при обработке в растворах воздействием ультразвука с диэлектрических материалов удаляются механические загрязнения, стружка, опилки, песок, жиры, масла, смазки, жировые пасты, органические покрытия.

Универсальные ультразвуковые станки предназначены для обработки изделий из хрупких твердых материалов (стекла, керамики, кварца, сапфира, кремния, германия, твердых сплавов). На станках могут выполняться следующие операции: изготовление и доводка твердосплавных матриц штампов, вырезка заготовок и предварительная обработка поверхности линз из оптического стекла, вырезка кристаллов для полупроводниковых приборов из пластин германия и кремния, нанесение рисок на пластины, клеймение деталей из хрупких и твердых материалов, обработка отверстий в ферритовых пластинах, прошивание глубоких отверстий в кристаллах и др. На прошивочном станке обрабатывают детали из токопроводящих материалов и сплавов — штампы, волокна, фильеры, пресс-формы в два перехода: черновая обработка (совмещение ультразвукового и электрохимического воздействия на материал) и чистовая (только ультразвуком).

Специализированные ультразвуковые станки используют для ограниченного числа операций, например для нарезания внутренней резьбы в деталях из труднообрабатываемых жаропрочных материалов.

Основные достоинства ультразвуковой обработки: возможность получения акустической энергии различными техническими приемами; исключительная широта диапазона технологических применений ультразвука (от размерной обработки твердых материалов до создания неразъемного соединения, интенсификация химико-технологических и электрохимических процессов); сравнительная несложность эксплуатации промышленных установок; возможность автоматизации и механизации.

К недостаткам относятся: повышенная стоимость акустической энергии по сравнению с другими видами энергии; необходимость изготовления специальных установок и аппаратов для генерации ультразвуковых колебаний, их передачи и распределения.

Для обработки материалов с использованием ультразвука требуется большой расход энергии. Однако по чистоте поверхности и точности обработки диэлектриков ультразвуковые методы являются наиболее эффективными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попилов Л.Я. Справочник по электрическим и ультразвуковым методам обработки материалов. Изд. 2-е, доп. и перераб. —Л.: Машиностроение, 1971. — 544с.