

УСТРОЙСТВО ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ МИКРОСТРУКТУР В ЖИДКОФАЗНОЙ СРЕДЕ

В.А. СТОЛЕР, Д.В. СТОЛЕР

Существенное влияние на успешное развитие микротехнологий может оказать ультразвуковой (УЗ) метод формирования микроструктур, технологический процесс создания которых основывается на жидкофазных химических и электрохимических процессах формирования поверхностей. Положительный эффект от использования УЗ метода может быть получен в результате снятия концентрационно-диффузионных ограничений за счет действия в приповерхностной зоне кавитационных процессов, появления ударных волн концентрированной энергии и формирования устойчивых направленных микропотоков большой скорости.

В то же время, широкое использование ультразвука ограничивается отсутствием соответствующего оборудования, в частности, устройств для ввода УЗ энергии в зону обработки структур микронных размеров. Среди существующих самым эффективным, как показали исследования, является независимый метод возбуждения колебаний на основе многослойного составного преобразователя-концентратора переменного сечения.

Многослойный полуволновой пьезокерамический преобразователь с частотопонижающими накладками представляет собой разъемное соединение в виде четного числа высокочастотных пьезокерамических пластин круглой формы, излучающей дюралевой и отражающей стальной накладок, связанных между собой центральным винтом с определенным усилием. Такая комбинация позволяет получать колебания с частотой излучения в диапазоне 20–180 кГц. Расчет преобразователя осуществлялся с использованием метода синтеза активных и пассивных четырехполосников.

Стержневой составной концентратор переменного сечения представляет собой трансформатор скорости в виде комбинации цилиндра и катеноиды. Основные расчетные соотношения были получены в результате рассмотрения задачи о продольных колебаниях стержней с переменным поперечным сечением. С учетом граничных условий, была составлена система уравнений, и получены основные параметры составного концентратора: максимальный коэффициент усиления, резонансная частота, длина. Расчет катеноидальной части составного концентратора проводился на компьютере методом последовательных приближений.

Использование разработанного устройства, позволило осуществлять дозированную концентрацию УЗ энергии с большим коэффициентом усиления в малых рабочих объемах, и обеспечило локальную обработку и формирование сложных поверхностей с заданными геометрическими параметрами.