

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СИСТЕМЫ ЛОКАЛЬНОЙ ПАЙКИ

Студент Бержанин Д.А.

Доктор техн. наук, профессор Ланин В.Л.
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

Применение ультразвуковых (УЗ) технологических систем частотой 18–22 кГц и интенсивностью $(1-2) \cdot 10^5$ Вт/м² позволяет интенсифицировать большинство физико–химических процессов при пайке: смачивание, растекание, капиллярное течение припоя, диффузию припоя в паяемые материалы за счет удаления оксидных пленок, увеличения химической активности припоя и паяемых материалов, а также их физического взаимодействия при пайке [1].

Анализ свободных механических колебаний УЗ системы необходим для определения собственных частот и форм колебаний конструкции. При анализе предполагается упругое поведение конструкции, поэтому ожидаемый отклик является гармоническим. В качестве системы, позволяющей применить метод конечных элементов для поиска и анализа значений собственных частот и форм волн, выбран пакет ANSYS. Методика анализа колебаний включает: создание геометрической модели, задание свойств материалов и граничных условий, настройка опций расчета, выбор варианта закрепления конструкции, просмотр и анализ результатов. Для проведения модального анализа в пакете ANSYS для каждого материала задают значения модуля Юнга, коэффициент Пуассона и плотности (табл. 1) [2].

Таблица 1. Параметры материалов модели

Материал	Модуль Юнга, МПа	Коэффициент Пуассона	Плотность, кг/м ³
Сталь 45	210000	0,3	7800
Пермендюр К49Ф2	218000	0,33	8100

В результате модального анализа получили распределение колебаний в УЗ системе, приведенное на рис. 1.

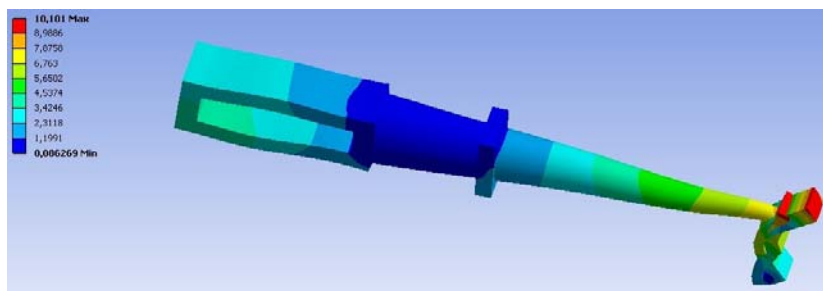


Рис. 1. Результат модального анализа в комплексе ANSYS

При анализе выявлено 5 резонансов при задании начальных условий воздействия колебаний частотой 18–25 кГц. Наиболее полезной для процесса УЗ пайки является частота, равная 22760 Гц ввиду того, что в системе наблюдаются продольные волны с максимумом амплитуды колебаний на излучателе и отражателе УЗ системы. Во всех остальных случаях преобладает аксиальные типы волн со смещенным по УЗ системе максимумом амплитуды.

Коэффициент усиления в данной УЗ системе составляет 3-3,5. Для равномерного лужения материалов с обеих сторон применен отражатель энергии ультразвуковых колебаний, связанный акустической связью с волноводом. Излучатель позволяет обеспечить равномерность значений кавитационного давления с разных сторон материала детали. Колебания отражающей и излучающей поверхности равны по амплитуде и находятся в противофазе (рис. 1), что является необходимым условием достижения равномерной металлизации материала детали и высокой прочности соединения.

Исследованы зависимости прочности соединений различных металлов, полученных УЗ пайкой. Наибольшая прочность соединения достигнута на деталях из алюминия и титана (40 – 46 МПа). Разработанная конструкция УЗ технологической системы с частотой резонанса 22 кГц может быть применена для пайки и лужения как металлических, так и неметаллических материалов.

Литература

1. Ланин, В.Л. Формирование токопроводящих контактных соединений в изделиях электроники / В.Л. Ланин, А.П. Достанко, Е.В. Телеш. – Минск: Издательский центр БГУ, 2007. – 574 с.
2. Kent, L.L. Ansys Workbench Tutorial / Kent L.L. Arlington: University of Texas, 2005. -76 p.