

Применение САЕ-систем для автоматизированного проектирования ультразвуковых колебательных систем

Степаненко Д.А.

Белорусский национальный технический университет

Исследована возможность применения систем автоматизированного моделирования (САЕ-систем) в задачах синтеза и анализа элементов ультразвуковых колебательных систем (УЗКС). В качестве тестовой задачи рассматривался синтез ступенчатого концентратора с резонансной частотой $f = 22$ кГц (длина волны 236,4 мм), отношением диаметров $N = 2$ (входной диаметр $D = 40$ мм) и сопряжением ступеней с радиусом $r = 10$ мм. Расчет резонансной длины L концентратора и коэффициента K усиления по амплитуде производился с помощью САЕ-системы CARD (Krell Engineering, США) для расчета пьезоэлектрических устройств и численным методом путем решения интегро-дифференциального уравнения колебаний:

$$\frac{du}{dx} = -k^2 S \left(\xi(0) + \int_0^x \frac{u}{S} dx \right),$$

где $u = S d\xi/dx$, S – площадь поперечного сечения концентратора, ξ – амплитуда колебательных смещений, k – волновое число.

Анализ синтезированного концентратора производился с помощью САЕ-системы ANSYS (SAS IP, Inc., США) для решения мультифизических задач методом конечных элементов.

Расчет с помощью CARD дал следующие значения параметров: $L = 120,8$ мм, $K = 3,820$. Эти значения с достаточной точностью совпадают с полученными численным методом: $L = 120,7$ мм, $K = 3,974$. Расчет с помощью ANSYS дал для синтезированного концентратора значение резонансной частоты $f = 21,3$ кГц, что свидетельствует о достаточно высокой точности синтеза. Расчетный коэффициент усиления составил $K = 3,794$. Таким образом, успешное решение тестовой задачи свидетельствует о возможности эффективного применения САЕ-систем при расчете УЗКС.