

ПРИМЕНЕНИЕ РЯДА ФУРЬЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ КОНЦЕНТРАТОРОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Студент гр.11307216 Роговцова А. С., студент гр. 11307116 Жуков В. И.

Кандидат техн. наук Степаненко Д. А.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня ультразвук широко применяется в медицинской диагностике и хирургии. Существуют два основных способа его применения в хирургии: первый используется для лечения онкологических заболеваний и основан на способности фокусированного ультразвука вызывать локальные разрушения в тканях (мозге, матке, молочной и предстательной железах), а во втором механические колебания ультразвуковой частоты накладываются на хирургические инструменты. Ультразвук позволяет сократить травматичность хирургических процедур и время, затраченное на проведение операции и восстановление пациента.

Основным элементом конструкции ультразвуковых хирургических инструментов является концентратор – устройство для увеличения интенсивности ультразвука или амплитуды колебательных смещений. Различают фокусирующие (высокочастотные) и стержневые (низкочастотные) концентраторы.

Распределения амплитуды колебательных смещений по длине стержневого концентратора описывается дифференциальным уравнением Вебстера. В работе изучена возможность представления решения уравнения Вебстера в виде ряда Фурье, что позволит исследовать дифференциальные уравнения колебаний концентраторов методом гармонического баланса.

На примере конического концентратора с отношением диаметров $N = 2,5$ и резонансной частотой $f = 20$ кГц были исследованы его колебания. Параметры $K = 2,324$ (коэффициент усиления) и $L = 0,14$ м (резонансная длина) были получены по известным формулам для расчета такого концентратора. Распределение амплитуды колебательных смещений по длине концентратора рассчитывалось путем численного интегрирования уравнения Вебстера методом Рунге-Кутты. Полученное решение продолжалось четным образом на отрезке $(-L; L)$ и представлялось в виде ряда Фурье с помощью численного гармонического анализа.

Расчет показал, что распределение амплитуды достаточно точно аппроксимируется двумя гармониками ряда Фурье, что делает возможным исследование дифференциальных уравнений колебаний концентраторов методом гармонического баланса.