

# АНАЛИЗ УСТОЙЧИВЫХ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЯ МАТЬЕ В ПЕРВОЙ ЗОНЕ УСТОЙЧИВОСТИ

Приходько А.А., Нестеров А.В., Нестеров С.В.

ФГБОУ ВПО «Кубанский Государственный Технологический университет», Россия, 350072, г.Краснодар, ул.Красная, 135, кафедра СУиТК, 8(861)275-22-78

В первой части доклада приведены результаты цифрового моделирования неоднородного уравнения Матъе:

$$\ddot{y} + (a + 2q \cos 2\tau)y = f(\tau) \quad (1)$$

Решение последнего описывает движение (нутацию) неуравновешенного ротора, установленного в упругих опорах, под действием электромагнитных сил статора. Названные силы придают нутации характер параметрических колебаний, т.к. жесткость опор ротора становится периодически нестационарной. Анализ функций  $y(\tau)$  позволяет решить проблему ограничения нутации ротора допустимыми значениями  $y(\tau) < A_{\text{дон}}$ .

В ходе вычислительного эксперимента установлена зависимость устойчивых решений уравнения Матъе  $y(\tau)$  от соотношения его коэффициентов  $a$  и  $q$ . Предложено найденную зависимость изображать графически в виде линий равной амплитуды (изоамплитуд). Разработана модифицированная диаграмма Айнса-Стретта, отличающаяся от классической диаграммы наличием изоамплитуд, и соответствующая методика её использования при выборе коэффициентов уравнения Матъе, при которых устойчивые решения уравнения  $y(\tau)$  принадлежат области допустимых значений.

Вторая часть доклада связана с вычислительными аспектами численного интегрирования уравнения Матъе в системе компьютерной математики MATLAB. Известно, что решения исследуемого уравнения  $y(\tau)$  всегда имеют колебательный характер [1]. График такой функции  $y(\tau)$  изображает устойчивые модулированные колебания. Однако среди результатов вычислительного эксперимента обнаружены решения  $y(\tau)$ , характер которых принципиально отличается от предсказываемого теорией. Наибольшее расхождение с последней заключается в неустойчивости некоторых решений  $y(\tau)$ . Отмечено также, что результаты вычислений “жесткими” и “нежесткими” решателями (solver) неудовлетворительны в равной мере. В то же время пользователь в процесс вычислений не вмешивался. Так, интегрирование произведено с погрешностью, установленной производителем MATLAB ( $\text{Re ITol} = 10^{-3}$ ). Экспериментально проверено влияние относительной погрешности ( $\text{Re ITol}$ ) на точность численного интегрирования. Обнаружено, что при  $\text{Re ITol} = 10^{-6}$  против  $\text{Re ITol} = 10^{-3}$  численные решения не противоречат теории уравнения Матъе.

## Литература

1. Каннингхэм В. Введение в теорию нелинейных систем. - М.: Госэнергоиздат, 1962.- 456 с.