

ОСРЕДНЕННОЕ ОПИСАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ УЗКИХ ПЛАСТИН

Научный руководитель – Егоров Андрей Геннадьевич

Аффане Будхиль

Аспирант

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского, Казань, Россия

E-mail: boudkhill.affane@gmail.com

Изучение механических колебаний балок в последние десятилетия вызывает растущий интерес благодаря широким областям их применения. Наш интерес в этой области исследований связан с разработкой подхода [1–2] к определению демпфирующих свойств материалов. Метод основан на измерении амплитуд затухающих изгибных колебаний (ИК) свободного конца консольно закрепленных балок в первом резонансном режиме. Толщина образцов h , их ширина b и длина L таковы, что $h \ll b \ll L$. Было замечено [3], что при больших амплитудах вынужденных ИК возникают также высокочастотные крутильные колебания (КК). Теоретическое исследование этого явления на основе классической теории среднего изгиба пластин невозможно из-за независимости в ней ИК и КК.

Простейшее геометрически нелинейное обобщение классической теории колебаний удлиненных пластин было проведено на физическом уровне строгости в [4]. Согласно предложенной в этой работе модели ИК и КК нелинейно связаны, что делает принципиально возможным возбуждение КК высокоамплитудными ИК из-за явления параметрического резонанса (ПР) [5].

В данной работе проводится математически строгий вывод взаимосвязанных уравнений ИК и КК длинных пластин, уточняющий результаты [4]. Он опирается на классические уравнения геометрически нелинейной теории пластин с напряжениями Кармана, проводя их асимптотический анализ в предположении $b \ll l$ с использованием известного двухмасштабного метода осреднения.

В заключение, указывается на то, что возбуждение крутильных колебаний изгибными за счет параметрического резонанса вполне реально. Для этого достаточно, чтобы амплитуда изгибных колебаний пластины заметно превосходила ее толщину.

Источники и литература

- 1) Paimushin V. N., Firsov V. A., Gyunal I., Egorov A. G. Theoretical-experimental method for determining the parameters of damping based on the study of damped flexural vibrations of test specimens. 1 // In Mechanics of composite materials. 2014. V. 50, № 12. P. 127–136.
- 2) Egorov A. G., Kamalutdinov A. M., Nuriev A. N., Paimushin V. N., Theoretical-experimental method for determining the parameters of damping based on the study of damped flexural vibrations of test specimens 2. Aerodynamic component of damping // In Mechanics of composite materials. 2014. V. 50, № 3. P. 267–278.
- 3) Egorov A. G., Kamalutdinov A. M., Nuriev A. N., Paimushin V. N., Experimental determination of damping of plate vibrations in a viscous fluid // In Doklady Physics. 2017. V. 62, P. 257–261.

- 4) Kamalutdinov A.M., Paimushin V.N., Refined geometrically nonlinear equations of motion for elongated rod-type plate // In Russian Mathematics. 2016. V. 60, №9. P. 74–78.
- 5) Egorov A.G., Affane B., Instability regions in flexural-torsional vibrations of plates // In Lobachevskii Journal of Mathematics. 2020. V. 41, №7. P. 1167–1174.