

ВИБРОДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ СТЕРЖНЯ

Хакимов А.Г.

ФГБУН Институт механики им. Р.Р. Мавлютова УНЦ РАН, г.Уфа

Хакимов А.Г.
ИМех УНЦ
РАН

В случае стержней конечной длины для определения наличия его дефектов может быть использовано изменение спектра собственных частот продольных колебаний [1-8], крутильных колебаний [9-11] или изменение частоты собственных изгибных колебаний [12-13]. В [1] и ряде других работ для стержня, совершающего продольные колебания, трещина моделируется как продольная пружина с жесткостью и для балки, совершающей изгибные колебания, повреждение моделируется вращательной пружиной с жесткостью. В [3] дается решение задачи определения переменной площади поперечного сечения от продольной координаты по известной зависимости перемещения свободного конца стержня от частоты возмущающей силы. Решению обратных задач о продольных, крутильных и изгибных установившихся волнах в стержнях конечной длины посвящены работы [2, 4-13]. Метод конечных элементов используется для анализа изгибных колебаний невращающегося ротора с открытыми трещинами в [14]. В [15] представлен интегральный признак идентификации дефектов в элементах стержневых конструкций, позволяющий определять не только их наличие и местоположение, но и степень поврежденности.

Рассматривается напряженно-деформированное состояние консольной балки (рис. 1). Предполагается, что в балке имеется короткий участок (по сравнению с общей ее длиной) с меньшей площадью поперечного сечения. Этот надрез моделирует ее повреждение, в частности, повреждение, типа раскрытой трещины. Задача состоит в определении координаты надреза и его размеров в приближении гипотезы плоских сечений.

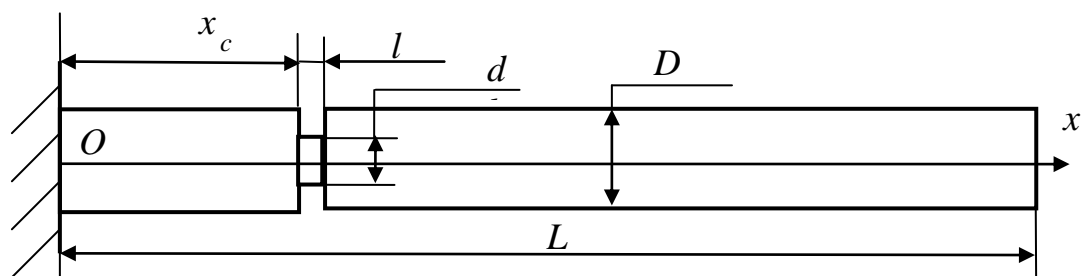


Рис.1. Расчетная схема

Определены собственные частоты изгибных, крутильных и продольных колебаний балки, стержня с искусственным дефектом.

Решение обратной задачи по собственным частотам изгибных, крутильных и продольных колебаний балки, стержня позволяет найти координату, длину и параметры искусственного дефекта.

Если стержень имеет единственное повреждение типа поперечной раскрытой трещины, то для определения его координаты, длины и параметров повреждения могут быть использованы три низшие частоты изгибных или крутильных или продольных колебаний, соответственно. По этим параметрам определяются осевой момент инерции или полярный момент инерции или площадь поперечного сечения в зоне повреждения.

Литература

1. Gladwell G. M. L. Inverse problems in vibration. –Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 2004. (Русский перевод: Глэдвелл Г.М.Л. Обратные задачи теории колебаний. – М.–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. С.608.
2. Ильгамов М.А. Диагностика повреждений вертикальной штанги // Труды института механики УНЦ РАН. Вып. 5. – Уфа: «Гилем». 2007. С.201-211.
3. Ватульян А. О. Обратные задачи в механике деформируемого твердого тела. М.: Физматлит. 2007. С.224.
4. Ватульян А. О., Солуянов Н. О. Об определении местоположения и размера полости в упругом стержне. // Дефектоскопия. 2005. №9. С.44-56.Киренков И.И. Метрологические основы оптической пирометрии. М.: Изд-во стандартов, 1976.

5. Хакимов А.Г. Диагностика повреждений вертикальной штанги на упругой подвеске. // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело", 2010. URL: [http://www.ogbus.ru/authors/Khakimov/Khakimov_1 .pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Khakimov/Khakimov_1.pdf).
6. Ilgamov M.A., Sultanov B.Z., Tazhitdinov A.N., Khakimov A.G.. Damage diagnostics in a vertical bar hanged on the elastic suspender with concentrated mass / Abstracts. 10th European Conference on Non-Destructive Testing. Moscow. Part 1. - M.: Publishing house Spektr, 2010. - P. 345-347.
7. Khakimov A.G. Damage Diagnostics in a Vertical Rod with Concentrated Masses on the Elastic Suspender // International Journal of Mechanics and Applications. 2012. Vol.2, No.5, P. 70-73.
8. Ахметвалиева Э.Н., Ахтямов А.М. Диагностика поперечного надреза вертикальной штанги // Контроль. Диагностика. 2012. № 8. С. 31-34.
9. Хакимов А.Г. О собственных колебаниях вала с моделью искусственного дефекта // Дефектоскопия. 2010. Т. 46. № 6. С. 93-98.
10. Сафина Г.Ф. Исследование по крутильным колебаниям вала с дисками // Дефектоскопия. 2011. Том 47. № 3. С. 51-65.
11. Хакимов А.Г. О собственных колебаниях вала турбокомпрессора с искусственным дефектом // ИВУЗ. Авиационная техника. 2011. № 1. С. 71-73.
12. Ильгамов М.А., Хакимов А.Г. Диагностика повреждений консольной балки с надрезом // Дефектоскопия. 2009. Том 45. № 6. С. 83-89.
13. Ильгамов М.А., Хакимов А.Г. Диагностика повреждений балки на шарнирных опорах // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2010 . № 2 . С. 42-48.
14. Guangming Dong and Jin Chen. Vibration analysis and crack identification of a rotor with open cracks // Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, 2011, Vol. 28, No. 1, P. 171-182.
15. Акопьян В.А., Черпаков А.В., Рожков Е.В., Соловьев А.Н. Интегральный диагностический признак идентификации повреждений в элементах стержневых конструкций // Контроль. Диагностика. 2012. № 7. С. 50-56.