

Г.В. Михеев, Е.А. Круговова, Р.В. Ковалев, Лаборатория вычислительной механики, Брянский государственный технический университет (Россия)

Взаимодействие железнодорожных экипажей и мостов: некоторые подходы и приложения

Рассмотрены подходы к моделированию взаимодействия железнодорожных экипажей и мостов, приведены расчетные схемы и обсуждаются результаты компьютерного моделирования

Some approaches and applications of railway vehicle and bridge interaction are presented. Results of computer simulation are considered.

Розглянуто підходи до моделювання взаємодії залізничних екіпажів і мостів, наведено розрахункові схеми і обговорюються результати комп'ютерного моделювання.

В настоящей статье рассмотрен подход к моделированию железнодорожных экипажей и мостов [3, 5, 6]. Подход реализован в программном комплексе «Универсальный механизм». Железнодорожные мосты рассматриваются с учетом их упругости.

Упругие перемещения за счет деформаций предполагаются малыми и в системе координат, связанной с телом, могут быть адекватно описаны методом конечных элементов (МКЭ), использующим геометрически линейную теорию. Для моделирования упругих тел применяется модальный подход, в соответствии с которым малые упругие перемещения представляются преобразованным набором собственных и статических форм упругого тела. Конечно-элементные модели упругих мостов импортируются из программ ANSYS и MSC.NASTRAN. Математическая модель упругого тела строится с использованием метода присоединенной системы координат [4] и метода связанных подструктур (Крэйга-Бэмптона) [1, 2].

Контактные силы между колесом и рельсом прикладываются к упругому мосту как бегущая нагрузка. Учитываются как вертикальная, так и поперечная компоненты контактной силы. Так как конечно-элементный (КЭ) подход предполагает приложение сил только в узлах КЭ сетки, был разработан простой алгоритм разложения контактных сил между ближайшими узлами КЭ сетки.

Обсуждаются результаты моделирования для мостов с различным числом упругих степеней свободы. Показана зависимость напряжений и деформаций упругого моста от массы и скорости движения железнодорожного экипажа.

Железнодорожные мосты и эстакады часто бывают довольно протяженными. Обсуждается вопрос возможности уменьшения длины рассматриваемой модели упругого моста при сохранении точности решения. Также рассматривается отношение между длиной поезда и рекомендуемой длиной эстакады с повторяющейся структурой.

На рис. 1 и 2 даны примеры рассматриваемых объектов.

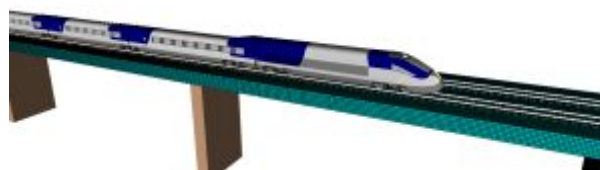


Рис. 1. Моделирование движения скоростного пассажирского поезда на двухпутной эстакаде

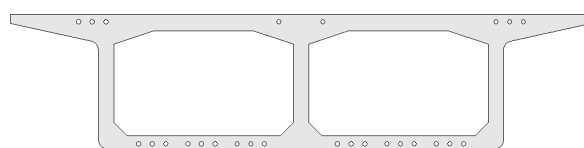


Рис. 2. Поперечное сечение двухпутной эстакады

Благодарности. Исследования проведены при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 08-01-00677-а.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] CRAIG, R.R. JR. AND BAMPTON, M.C.C. Coupling of substructures for dynamic analysis. *AIAA Journal*, Vol. 6, No. 7, 1968, pp. 1313-1319.
- [2] CRAIG, R.R. JR. Coupling of substructures for dynamic analysis: an overview. In *AIAA Paper*,

No 2000-1573, AIAA Dynamics Specialists Conference, Atlanta, GA, April 5, 2000.

- [3] GONG, L., AND CHEUNG, M. S. Computer simulation of dynamic interactions between vehicle and long span box girder bridges. *Tsinghua Science And Technology*, Volume 13, Number 81, 2008.
- [4] SHABANA, A.A. Flexible multibody dynamics: review of past and recent developments. *Multibody System Dynamics* 1, 1997, pp. 189-222.
- [5] XIA, H., ZHANG, N. AND DE ROECK, G. Dynamic analysis of high speed railway bridge under articulated trains. *Computers and Structures* 81 (2003) 2467–2478.
- [6] YANG, Y. B., YAU, J. D. AND WU Y. S. *Vehicle-Bridge Interaction Dynamics*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2004.