

П. Л. Носко, А. Л. Голубенко,
А. Л. Носко, А. В. Савченко

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ФОРМ С ЦЕЛЮ СНИЖЕНИЯ МАССЫ

Предложена расчетная методика конечно-элементной модификации формы плоских упругих пластинчатых систем, позволяющая при заданных ограничениях по прочности в статической постановке проводить поиск конструкции сниженной массы. Решение осуществляется на основе поиска целевых параметров конструкции, минимизирующих целевую функцию массы. Целевая функция аппроксимируется рядом Тейлора первого и второго порядка относительно переменных параметров. Переменные параметры — координаты формы конструкции — определяются минимизацией функционала Лагранжа. Достоверность предлагаемой методики подтверждена численным примером решения задачи снижения массы шатуна двигателя путем модификации его конструктивной формы.

Finite element modification of structural forms with respect to mass reduction / P.L. Nosko, A.L. Golubenko, A.L. Nosko A.V. Savchenko

Weight minimization based on the Hessian matrix derived from finite element sensitivity analysis and equality constraint conditions incorporated by Lagrangian multipliers, are formulated. The weight change is simulated by the second-order Taylor series expansion. The Validity and efficiency of the proposed formulation are examined by numerical example concerned with a connecting rod of internal combustion engine. Figs.4. Tabs.2. Refs.15.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. A b e J., N a g a i T., K a m i y a N. Minimum weight design by boundary element method // Proceeding of the first international conference: Recent advances. – 1989. – P. 105–115.
2. W a r d P., P a t e l D., W a k e l i n g A. Application of structural optimization using finite elements // Computer aided optimal design: Structural and mechanical systems. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – NATO ASI Series. – 1987. – V. F27. – P. 1005–1015.
3. Н о с к о П. Д., Г о л у б е н к о А. Л. Модификация конструктивных форм на основе конечно-элементного синтеза // Вестник МГТУ. Сер. Машиностроение. 1994. – № 2. – С. 9–16.
4. Б а н д и Б. Методы оптимизации. Вводный курс. – М.: Радио и связь. 1988. – 128 с.

5. Берсекас Д. Условная оптимизация и методы множителей Лагранжа. – М.: Радио и связь, 1987. – 400 с.
6. Nosko P., Suzuki K., Nakagiri Sh. Shape modification of structure with respect to reduction of weight // Proceeding of 66-th JSME confereense of KANSI. – Japah. – 1990. – No. 914-1. – P. 275–277.
7. Nosko P., Nakagiri Sh., Suzuki K. Note on finite element synthesis of structures (Part 5): Shape modification for weight minimization based on finite element sensivity analysis // Proceedings of Seisan-ken-kyn. – Japan. 1991. – Vol. 43. – No. 6. P. 25–29.
8. Носко П. Л., Кириллюк А. А. Оценка запаса несущей способности колеса локомотива на основе метода конечных элементов // Сб. трудов 1-го Международного симпозиума украинских инженеров-механиков. – Львов. 1993. – С. 216.
9. Носко П. Л. Несущие конструкции локомотива: Модификация форм и нагрузок на основе конечно-элементного синтеза // Сб. трудов V Международной научно-технической конференции. – Алушта, 1995. – С. 93–94.
10. Попык К. Г. Конструирование и расчет автомобильных и тракторных двигателей. – М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.
11. Зузов В. Н., Пушкарев В. Г., Носко П. Л. Выбор рационального способа моделирования оребрения картерных деталей автомобилей и тракторов с использованием метода конечных элементов // Изв. вузов. Сер. Машиностроение. – 1986. – № 11. – С. 93–97.
12. Nosko P., Golubenko A., Kiriluk A. Indeterminate shape modification of locomotive weels for weight reduction based on finite elements analysis // Proceeding of international conference on speed up technology for railway and maglev vehicles. – Yokohama, Japan. – 1993. – P. 392–395.
13. Носко П. Л., Зузов В. Н. Моделирование групповых резьбовых соединений при расчетах остова трактора методом конечных элементов // Изв. вузов. Сер. Машиностроение. – 1988. – № 2. – С. 25–31.
14. Haug T. J., Choi K. K., Hon J. W. and Yoo Y. M. A variational method for shape optimal design of elastic structures // New directions in optimum structural Design (Edited by E. Atrek et al.). – New York. – 1984. – P. 410–420.
15. Botkin M. E., Yang R. J., Bennett J. A. Shape modification of three-dimensional stampes and solid automotive components // The optimum shape. Automated structural design. – Plenum press. – New York. – 1986. – P. 235–263.

Статья поступила в редакцию 12.09.1996

Павел Леонидович Носко родился в 1960 г., окончил в 1982 г. Луганский машиностроительный институт. Канд. техн. наук, доцент кафедры “Теория машин и механизмов” Восточно-украинского государственного университета. Специализируется в области оптимального проектирования машин.

P.L. Nosko (b. 1960) graduated from Lugansk Mechanical Engineering Institute in 1982. Ph. D. (Eng.), ass. professor of “Theory of Machines and Mechanisms” Department of Eastern Ukraine State University. Specializes in the field of optimal design of machines.

Александр Леонидович Голубенко родился в 1942 г., окончил Луганский машиностроительный институт в 1964 г. Д-р техн. наук, член-корр. Инженерной академии наук Украины, заведующий кафедрой “Локомотивостроение” Восточно-украинского государственного университета. Специализируется в области оптимального проектирования машин.

A.L. Golubenko (b. 1942) graduated from Lugansk Mechanical Engineering Institute in 1964. D. Sc. (Eng.), corresponding member of Ukraine Engineering Academy, Head of “Locomotive Engineering” Department of Eastern Ukraine State University. Specializes in the field of optimal design of machines.

Андрей Леонидович Носко родился в 1957 г., окончил в 1979 г. Луганский машиностроительный институт. Канд. техн. наук, старший научный сотрудник НИИ автоматизации производственных процессов МГТУ им. Н.Э. Баумана. Специализируется в области проектирования тормозных устройств подъемно-транспортных машин.

A.L. Nosko (b. 1957) graduated from Lugansk Mechanical Engineering Institute in 1979. Ph. D. (Eng.), senior researcher of Research Institute “Automation of Manufacturing Processes” of Bauman Moscow State Technical University. Specializes in the field of braking device design for hoisting and transport machines.

Андрей Валерьевич Савченко родился в 1970 г., окончил Восточно-украинский государственный университет в 1996 г. Аспирант кафедры “Локомотивостроение” Восточно-украинского государственного университета. Специализируется в области оптимального проектирования машин.

A.V. Savchenko (b. 1970) graduated from Eastern Ukraine State University in 1996. Post-graduate of “Locomotive Engineering” Department of Eastern Ukraine State University. Specializes in the field of optimal design of machines.