

DOI: 10.14489/td.2014.01.pp.033-039

Саулина Е.В., Есипов Ю.В.

МЕТОД РАЗЛИЧЕНИЯ НАПРЯЖЕННЫХ СОСТОЯНИЙ МАКЕТОВ ЦЕЛОСТНОЙ
КОНСТРУКЦИИ ПО ДЕФОРМАЦИОННЫМ ОТКЛИКАМ

(с. 33–39)

Аннотация. С помощью испытания периодических сварных рамных макетов, на которых были наклеены сверхширокополосные (от 10–2 до 108 Гц) сегнетоэлектрические микродатчики на основе тонких пленок $Pb(Zr_{0,53}Ti_{0,47})O_3$ толщиной $\approx 2,0$ мкм с контактной площадкой 0,8 мм², был разработан и апробирован метод ударного тестирования и идентификации напряженно-деформированных состояний стальных конструкций. Алгоритм метода включает в себя: 1) серийное ударное возбуждение с нарастанием импульса силы удара; 2) регистрацию динамических деформационных откликов с помощью наклеенных на макет датчиков; 3) Фурье-анализ откликов и построение серий нелинейных и линейных областей деформационных образов; 4) извлечение диагностических признаков и информативных параметров для различения степени напряженности и (или) поврежденности цельной конструкции

Ключевые слова: сложные конструкции, показатели напряженности, деформационные колебания, Фурье-образ, нелинейная динамика, магнитный метод неразрушающего контроля, сегнетоэлектрические датчики

Saulina E.V., Esipov Yu.V.

METHOD FOR DISTINCTION OF STRESS-STRAIN CONDITION STATUS MODELS OF
INTEGRITY CONSTRUCTION BY DEFORMATION IMAGES

(pp. 33–39)

Annotation. With the help of test periodic welded frame dummies, on which have been pasted super-broad-band (from 10–2 up to 108 Hz) ferroelectric micro-sensing transducers on the basis of thin films $Pb(Zr_{0,53}Ti_{0,47})O_3$ thickness ($\sim 2,0$) micron with bonding pad 0,8 mm², have been developed and approved a way of shock testing and identification is intense – strained conditions of steel designs. The method algorithm is included: 1) the serial shock-excitation with build-up of an force impact impulse; 2) registration of dynamic deformation responses with the help of the sensing transducers pasted on dummy; 3) the Fourier analysis of responses and construction of series of nonlinear and linear areas of deformation images; 4) extraction of diagnostic attributes and informative parameters for discrimination of extent of stress level and (or) damage of integral design

Keywords: complex designs, parameters of stress level, deformation vibrations, the Fourier an image, nonlinear dynamic, magnetic method, ferroelectric sensing transducers, Structural Health Monitoring

{slider=Информация об авторах (About the Authors)}

{tab=Рус}

Е. В. Саулина (Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону)

E-mail: Saulina86@yandex.ru

Ю. В. Есипов (Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону)

{tab=Eng}

E. V. Saulina (Donskoy state technical University) E-mail: Saulina86@yandex.ru

Yu. V. Esipov (Southern scientific center of RAS)

{/tabs}

{/slider}

{slider=Библиографический список (References)}

{tab=Рус}

1. Ватульян А. О., Соловьев А. Н. Об идентификации предварительного напряженного состояния // Динамика технологических систем: тр. VIII Междунар. конф. ДГТУ. Р-н-Д., 2007. С. 19 – 25.
2. Воронков В. Н. Метод решения задач на собственные значения для сложных линейных систем // Механика твердого тела. 2005. № 4. С. 178 – 187.
3. Мухортов В. М. и др. Гетероструктуры на основе наноразмерных сегнетоэлектрических пленок: получение, свойства и применение // Нанотехника. 2007. Т. 3. № 11. С. 59 – 72.
4. Голованов А. И. Конечно-элементное моделирование больших упругопластических деформаций в терминах главных удлинений // Проблемы нелинейной механики деформируемого твердого тела: тр. 2-й Междунар. конф. Казань: Каз. ГУ, 2009. С. 125 – 127.
5. Григорьев В. Г. Методология исследования динамических свойств сложных упругих и гидроупругих систем: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2000. 386 с.
6. Грудев И. Д. Устойчивость стержневых элементов в составе стальных конструкций. М.: МИК, 2005. 320 с.
7. Есипов Ю. В., Мухортов В. М., Пойда И. И. Оценка вида состояния стержневых элементов конструкций на основе регистрации деформационных откликов на серийные ударные возбуждения // Дефектоскопия. 2010. № 7. С. 76 – 81.
8. Есипов Ю. В. Испытательная установка для исследования деформационных колебаний моделей конструкций способом бесконтактного возбуждения // Измерительная техника. 2009. № 12. С. 44 – 48.
9. Есипов Ю. В. Экспериментальный подход к построению спектрального критерия для диагностики периодической стержневой конструкции на основе сегнетоэлектрических датчиков деформации // Прикладная механика и техническая физика. 2013. Т. 54. № 2. С. 190 – 195.
10. Есипов Ю. В., Мухортов В. М. Интегральные датчики динамической деформации на основе тонких сегнетоэлектрических пленок для мониторинга сложных механических систем // Журнал технической физики. 2009. Т. 51. № 1. С. 78 – 81.
11. Есипов Ю. В., Мухортов В. М., Калинин В. В. Испытательная установка для анализа деформации моделей трехмерных конструкций // Измерительная техника. 2008. № 10. С. 15 – 24.
12. Иванов В. И., Власов И. Э. Некоторые проблемы неразрушающего контроля / Дефектоскопия. 2002. № 6. С. 82 – 93.
13. Лебедев В. Л., Семенов В. А., Солдатов А. Ю. Анализ устойчивости стержневых конструкций с учетом физической нелинейности // Проблемы нелинейной механики деформируемого твердого тела: тр. 2-й Междунар. конф. Казань: Каз. ГУ, 2009. С. 247–248.
14. Махутов Н. А. Конструкционная прочность, ресурс и техногенная безопасность: в 2 ч. Новосибирск: Наука, 2005.
15. Неразрушающий контроль и диагностика: в 8 т. Т. 7 / под общ. ред. В. В. Клюева. Кн. 1, 2. Вибродиагностика / Ф. Я. Балицкий, А. В. Барков, А. Г. Соколова и др. М.: Машиностроение, 2005. 829 с.
16. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник / В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин, А. В. Ковалев и др.; под ред. В. В. Клюева. 3-е изд., испр. и доп. М.: Машиностроение, 2005. 656 с., ил.

17. Проблемы прикладной механики, динамики и прочности машин: сб. ст. / под ред. В. А. Светлицкого, О. С. Нарайкина. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. 320 с.
18. Серьезнов А. Н., Степанова Л. Н., Муравьев В. В. Акустико-эмиссионная диагностика конструкций. М.: Радио и связь, 2000. 280 с.
19. Adams D., Nataraju M. A Nonlinear Dynamical Systems Framework for Structural Diagnosis and Prognosis // International Journal of Engineering Science. 2002. V. 40. P. 1919 – 1941.
20. Adams D. E., Farrar C. R. Classifying Linear and Non-linear Structural Damage Using Frequency Domain ARX Models // Structural Health Monitoring. 2002. V. 1. N 2. P. 185 – 201.
21. Farrar C. R. Nonlinear System Identification for Damage Detection. Los Alamos National Lab. Contract DE-AC52-06NA25396. Nov. 2007.
22. Sedmak S., Sedmak A., Arsi M., Tuma J. An Experimental Verification of Numerical Models for the Fracture and Fatigue of Welded Structures // Materials and Technology. 2007. V. 41. N 4. P. 173 – 178.
23. Structural INTEGRITY Assessment Procedure: Final Re-port. SINTAP, 2007.

{tab=Eng}

1. Vatullian A. O., Solov'ev A. N. (2007). Ob identifikatsii predvaritel'nogo napriazhennogo sostoianiia (About the identifica-tion of preliminary stress-strain state). Dinamika tekhnologicheskikh sistem: trudy VIII Mezhdunarodnoi konferentsii (Dynamics of technological systems: proceedings of the VIII International conference). Rostov-On-Don: DGTU, pp. 19 – 25.
2. Voronkov V. N. (2005). Method of solution of eigenvalue problems for complex linear systems. Mekhanika tverdogo tela, (4), pp. 178 – 187.
3. Mukhortov V. M. (2007). Heterostructures on the basis of ferroelectric nano-sized films: synthesis, properties and application. Nanotekhnika, 3(11), pp. 59 – 72.
4. Golovanov A. I. (2009). Konechno-elementnoe modelirovanie bol'shikh uprugoplasticheskikh deformatsii v terminakh glavnykh udlinenii. (Finite element modeling of large elasto-plastic deformations in terms of the major elongations). Problemy nelineinoi mekhaniki deformiruemogo tverdogo tela: trudy 2-i Mezhdunarodnoi konferentsii (Problems of non-linear mechanics of deformable solid: proceedings of the II International conference), Kazan': Kaz. GU, pp. 125 – 127.
5. Grigor'ev V. G. (2000). Research methodology of dynamic properties of composite elastic and fluid elastic systems. (PhD dissertation), Moscow.
6. Grudev I. D. (2005). The stability of the core elements comprising steel structures. Moscow: MIK.
7. Esipov Iu. V., Mukhortov V. M., Poida I. I. (2010). Esti-mation of the form of state of framed structures elements on the basis of registration of the deformation response of serial impact excitations. Defektoskopiia, (7), pp. 76-81.
8. Esipov Iu. V. (2009). Test rig for the study of bending vibrations of designs patterns by contactless excitation. Izmeritel'naia tekhnika, (12), pp. 44 – 48.
9. Esipov Iu. V. (2013). An experimental approach to build a spectral criterion for the diagnosis

of periodic crucial construction on the basis of ferroelectric strain gauges. *Prikladnaia mekhanika i tekhnicheskaiia fizika*, 54(2), pp. 190 – 195.

10. Esipov Iu. V., Mukhortov V. M. (2009). Integral dynamic deformation sensors based on thin ferroelectric films for monitoring of complex mechanical systems. *Zhurnal tekhnicheskoi fiziki*, 51(1), pp. 78 – 81.

11. Esipov Iu. V., Mukhortov V. M., Kalinchuk V. V. (2008). The test facility for the analysis of deformation models of three-dimensional structures. *Izmeritel'naia tekhnika*, (10), pp. 15 – 24.

12. Ivanov V. I., Vlasov I. E. (2002). Several problems of non-destructive testing. *Defektoskopiia*, (6), pp. 82 – 93.

13. Lebedev V. L., Semenov V. A., Soldatov A. Iu. (2009). Analiz ustoichivosti sterzhnevnykh konstruksii s uchetom fizicheskoi nelineinosti. (Stability analysis of framed structures with physical nonlinearity taken into account). *Problemy nelineinoy mekhaniki deformiruemogo tverdogo tela: trudy 2-i Mezhdunarodnoi konferentsii* (Problems of non-linear mechanics of deformable solid: proceedings of the II International conference), Kazan': Kaz. GU, pp. 247 – 248.

14. Makhutov N. A. (2005). Structural strength, resource and technogenic safety: in 2 parts. Novosibirsk: Nauka.

15. Balitskii F. Ia., Barkov A. V., Sokolova A. G. (2005). Handbook. Nondestructive testing. *Vibrodiagnostics*. (Vol. 7, Book 1 of 2). Moscow: Mashinostroenie.

16. Kliuev V. V. (ed.), Sosnin F. R., Kovalev A. V. (2005). Non-destructive testing and diagnostics: handbook. (3rd (revised and supplemented) ed.). Moscow: Mashinostroenie.

17. Svetlitskii V. A., Naraikin O. S. (Eds.). (2005). Problems of applied mechanics, dynamics and strength of machines: collection of articles. Moscow: Izdatel'stvo MGTU im. N. E. Baumana.

18. Ser'eznov A. N., Stepanova L. N., Murav'ev V. V. (2000). Acoustic emission diagnostics of structures. Moscow: Radio i sviaz'.

19. Adams D., Nataraju M. (2002). A nonlinear dynamical systems framework for structural diagnosis and prognosis. *International Journal of Engineering Science*, 40, pp. 1919 – 1941.

20. Adams D. E., Farrar C. R. (2002). Classifying linear and nonlinear structural damage using frequency domain ARX models. *Structural Health Monitoring*, 1(2), pp. 185-201.

21. Farrar C. R. (2007). Nonlinear system identification for damage detection. Los Alamos National Lab. Contract DE-AC52-06NA25396. Nov. 2007.

22. Sedmak S., Sedmak A., Arsi M., Tuma J. (2007). An experimental verification of numerical models for the fracture and fatigue of welded structures. *Materials and Technology*, 41(4), pp. 173 – 178.

23. Structural INTegrity Assessment Procedure: Final Report. (2007). SINTAP.

{/tabs}

{/slider}

{slider=Заказать электронную версию статьи (Purchase digital version of a single article)}

{tab=Рус}

Статью можно приобрести в электронном виде (**PDF формат**).

Стоимость статьи 250 руб. (в том числе НДС 18%). После оформления заказа, в течение нескольких дней, на указанный вами e-mail придут счет и квитанция для оплаты в банке.

После поступления денег на счет издательства, вам будет выслан электронный вариант статьи.

Для заказа статьи заполните форму:

{jform=1,doi=10.14489/td.2014.01.pp.033-039}

.

{tab=Eng}

This article is available in electronic format (PDF).

The cost of a single article is 250 rubles. (including VAT 18%). After you place an order

within a few days, you will receive following documents to your specified e-mail: account on payment and receipt to pay in the bank.

After depositing your payment on our bank account we send you file of the article by e-mail.

To order articles please fill out the form below:

{jform=2,doi=10.14489/td.2014.01.pp.033-039

{/tabs}

{/slider}

{backbutton}