



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-0014-10

Optimálny návrh inteligentných kompozitných materiálov

Zodpovedný riešiteľ **Prof. Ing. Ján Sládek, DrSc.**

Príjemca **SAV**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Ústav stavebníctva a architektúry SAV
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

1. žiadne
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. J. Sládek, V. Sládek, Ch. Zhan, M. Wunsche: Semi-permeable crack analysis in magneto-electroelastic solids, Smart Materials and Structures, 21 No.2 (2012) , 025003 .
2. J. Sládek, V. Sládek, S. Krahulec, E. Pan: Enhancement of the magneto-electric coefficient in functionally graded multiferroic composites, Journal of Intelligent Material Systems and Structures 23 (2012) 1644-1653.
3. J. Sládek, V. Sládek, S. Krahulec, E. Pan: Analyses of functionally graded plates with a magneto-electroelastic layer. In Smart Materials & Structures, 2013, vol. 22, no. 3, art. no. 035003.
4. M. Wunsche, C. Zhang, J. Sládek, V. Sládek, A. Saez, F. Garcia-Sanchez: The influences of non-linear electrical, magnetic and mechanical boundary conditions on the dynamic

intensity factors of magneto-electroelastic solids, Engineering Fracture Mechanics 97 (2013) 297-313.

5. J. Sladek, V. Sladek, E. Pan, M. Wunsche: Fracture analysis in piezoelectric semiconductors under a thermal load. Engineering Fracture Mechanics 126 (2014) 27-39.

Uplatnenie výsledkov projektu

Nové štruktúrne koncepcie sú postavené na multifunkčných materiáloch vykazujúcich silné viazanie mechanických, elektrických, magnetických a prípadne aj teplotných polí, aby pracovali ako senzory alebo aktuátory. Aby sme pochopili vlastnosti a odozvy týchto štruktúr pri mechanickom, elektrickom a magnetickom zaťažení, je potrebné vykonať numerickú analýzu. Tento projekt dáva spoľahlivý výpočtový nástroj na takéto analýzy. Vytvorený matematický model pre elektromagnetické okrajové podmienky na trhline umožňuje reálne posúdiť integritu smart koštrukcií. Kombináciou objemového zloženia komponentov v kompozite možno dosiahnuť výrazné zvýšenie piezoelektrického a magnetoelektrického koeficientu, čo má veľký praktický význam. Dosiahnuté výsledky pre vodivé piezoelektrické materiály umožnili pochopiť vplyv elektrickej vodivosti na lomové parametre týchto materiálov.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Na riešenie počiatko-okrajových úloh v magneoelektroelastických materiáloch s funkcionálne gradovanými vlastnosťami bola vyvinutá bezprvková metóda založená na lokálnej Petrov-Galerkinovej formulácii. Dôležitú rolu pre úlohy s trhlinami magnetoelektrických materiáloch hrajú elektromagnetické okrajové podmienky na povrchu trhliny. Tieto okrajové podmienky determinujú intenzitu utlmenia elektrických a magnetických polí. Ak permitivita a permeabilita media medzi brehmi trhliny je veľmi vysoká, trhlina je v podstate neviditeľná pre elektrické a magnetické polia. Trhlina neruší elektrické a magnetické pole a to je rovnaké, akoby tam trhlina ani nebola. Druhý extrémny prípad je pre nulovú permitivitu a permeabilitu media, keď elektrické premiestnenia a magnetická indukcia na povrchu trhliny sú nulové. V rámci projektu bol vyvinutý model, kde konečná permitivita a permeabilita sa uvažujú. Elektrické a magnetické polia v medzere medzi brehmi trhliny (roztvorenie) sú priamo úmerné rozdielu potenciálov na brehoch trhliny a nepriamo úmerné roztvoreniu trhliny. Tento model vedie k úlohe s nelineárnymi okrajovými podmienkami, avšak je realistickejší ako doteraz známe jednoduchšie modely. Vypracovali sa numerické metódy na vyšetrovanie magnetoelektrického koeficientu pre funkcionálne gradované dosky s kontinuálne premenlivým objemovým zložením piezoelektrických a piezomagnetických fáz. To umožňuje optimalizovať objemové zloženie fáz za účelom maximálneho magnetoelektrického koeficientu. Koeficienty intenzity napätí a elektrických premiestnení sú redukované vo vodivých PE v porovnaní s nevodivými materiálmi.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

A meshless method based on the local Petrov-Galerkin approach has been developed for numerical solution of initial-boundary value problems in magneto-electroelastic solids with functionally graded material properties. An important role in the crack analysis of magneto-electroelastic materials plays the definition of the electromagnetic boundary conditions on the crack-faces. The electric and magnetic boundary conditions on the crack-faces are determined by the shielding degrees of the electric and magnetic fields. The fully permeable crack does not shield the electric and magnetic field. In the second extreme case, the fully impermeable crack shields the electric and magnetic field completely. In the project it has been developed the model, where a finite value of the permittivity, permeability and crack-opening-displacement is considered. The electrical and magnetic fields in the crack-gap are approximated as the potential drop divided by the normal crack-opening-displacement. This model is leading to a boundary or initial-boundary value problem with nonlinear boundary

conditions. The present model is more realistic than former simplified models. Numerical methods have been developed to investigate the magnetoelectric coefficients for functionally graded composite plate composed of piezoelectric and piezomagnetic phases. Numerical simulations enable understanding the behaviour of the functionally graded multiferroic composite plates. Stress intensity and electric displacement intensity factors are reduced in electric conducting piezoelectric materials with respect to nonconducting ones.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

Prof. Ing. Ján Sládek, DrSc.

V Bratislave 22. 11. 2014

Štatutárny zástupca príjemcu

Ing. Peter Matiašovský, CSc.

V Bratislave 22. 11. 2014

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu