

Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-0349-10

Smerom k využitiu skutočného potenciálu elektromagnetických indukčných metód v nedeštruktívnom monitorovaní vodivých štruktúr

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Ladislav Janoušek, PhD.**Príjemca **Elektrotechnická fakulta ŽU**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Elektrotechnická fakulta, Žilinská univerzita v Žiline
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Faculty of Electrical Engineering, Universitatea Politehnica din Bucuresti, Bucharest, Romania
2. Elektrotechnická fakulta, Západočeská univerzita v Plzni, Česká republika
- 3.

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

- 1.
- 2.
- 3.

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

1. JANOUŠEK, L. – REBICAN, M. – SMETANA, M. – STRAPÁČOVÁ, T. – DUCA, A.: Three-dimensional reconstruction of partially conductive cracks from ECT response signals. In: Studies in Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol. 39, Electromagnetic Nondestructive Evaluation (XVII), Editors: Klara Capova, Lalita Udpa, Ladislav Janousek, B.P.C. Rao, 2014, Amsterdam: IOS Press, ISBN 978-1-61499-406-0, s. 331-338. (zborník je indexovaný vo WoS)
2. STRAPÁČOVÁ, T. – SMETANA, M. – ČÁPOVÁ, K. – RADIL, R.: Material defect identification using swept frequency eddy current technique. In: Studies in Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol. 39, Electromagnetic Nondestructive Evaluation (XVII),

Editors: Klara Capova, Lalita Udpa, Ladislav Janousek, B.P.C. Rao, 2014, Amsterdam: IOS Press, ISBN 978-1-61499-406-0, s. 280-287. (zborník je indexovaný vo WoS)

3. STRAPÁČOVÁ, T. – JANOUŠEK, L. – SMETANA, M. – ČÁPOVÁ, K.: Evaluation of advanced sensor types under harmonic excitation in ECT. In: Studies in Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol. 38, Electromagnetic Nondestructive Evaluation (XVI), Editors: Joao M.A. Rebello, Fumio Kojima, Tomasz Chady, 2014, Amsterdam: IOS Press, ISBN 978-1-61499-353-7, s. 9-14. (zborník je indexovaný vo WoS)

4. JANOUŠEK, L. – REBICAN, M.I. – SMETANA, M. – STRAPÁČOVÁ, T. – DUCA, A. – PERNÍŠOVÁ, V.: Recent innovative solutions in eddy current non-destructive diagnosis. In: Communications, Vol. 15, No. 2, 2013, ISSN 1335-4205, p. 102-108. (časopis je indexovaný v SCOPUS)

5. JANOUŠEK, L. – SMETANA, M. – ALMAN, M.: Decline in ambiguity of partially conductive cracks' depth evaluation from eddy current testing signals. In: International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol. 39, Nos 1-4, 2012, ISSN 1383-5416, s. 329-334. (časopis je indexovaný vo WoS IF=0,384)

Uplatnenie výsledkov projektu

Realizovaný projekt bol zameraný na výskum, vývoj a realizáciu nových automatizovaných systémov nedeštruktívneho vyšetřovania vodivých materiálov na báze elektromagnetických indukčných metód. Za hlavné originálne výsledky projektu možno považovať:

- návrh a realizácia unikátneho prototypu výrovo-prúdovej sondy s plošne distribuovaným snímaním všetkých troch priestorových zložiek perturbačného elektromagnetického poľa pomocou progresívnych magnetických snímačov;
- vytvorenie rozsiahlych databáz simulovaných odoziev a následná korelačná analýza odozvových signálov s ohľadom na parametre nehomogenít;
- návrh a realizácia inovatívneho prístupu interpretácie odozvových signálov na báze „Tabu Search“ a „Support Vector Machine“ metód s prelomovou možnosťou rekonštrukcie trojrozmerného profilu defektu a tiež jeho konduktivity;
- inovatívna metodológia budenia vírivých prúdov pre detekciu a identifikáciu nehomogenít s fixnou polohou senzorov v moderných systémoch údržby.

Výsledky riešenia projektu sú využiteľné takmer vo všetkých oblastiach priemyslu. Prevádzka hlavne strategických zariadení má nielen celospoločenský ale aj medzinárodný dosah a v tejto súvislosti má zabezpečenie ich bezpečnosti, spoľahlivosti a kvality vysoký význam. Jedná sa o zariadenia jadrového, leteckého, petrochemického, energetického priemyslu a pod. Z pohľadu efektívnej údržby týchto zariadení, znižovania nákladov ich prevádzky a predĺženia životnosti naberá pravidelné spoľahlivé monitorovanie ich stavu čoraz väčší význam.

Dosiahnuté výsledky posúvajú hranice poznania v predmetnej oblasti. Na jednej strane zvyšujú potenciál využitia elektromagnetických indukčných metód v defektoskopii vodivých materiálov a na druhej strane prinášajú inovatívne riešenia pri snímaní, spracovaní a interpretácii dát s prelomovou možnosťou identifikácie trojrozmerného profilu detegovaných nehomogenít.

Výsledky sú priamo aplikovateľné pri vývoji inovatívnych defektoskopických prostriedkov na báze elektromagnetických indukčných metód. Snahy riešiteľov budú smerovať k transferu získaných vedomostí a skúseností do praxe. Rovnako budú výsledky využité aj pri ďalších vedecko-výskumných a vývojových aktivitách riešiteľskej organizácie a zároveň budú integrované do vzdelávacieho procesu, hlavne v treťom stupni vysokoškolského vzdelávania.

Zo sociálno-ekonomického pohľadu možno za výsledky projektu považovať:

- nadobudnutie nových znalostí a kompetencií;
- zvýšenie kvality vedeckej práce s priamym dosahom na kariérny rast členov riešiteľského kolektívu;
- zapojenie mladých vedeckých pracovníkov, doktorandov a študentov do riešenia úloh vedy a výskumu;

- zviditeľnenie riešiteľskej organizácie hlavne na nadnárodnej úrovni;
- zvýšenie konkurencieschopnosti riešiteľskej organizácie.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

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

Projekt bol zameraný na výskum, vývoj a realizáciu inovatívnych riešení automatizovaných systémov nedeštruktívneho vyšetřovania vodivých materiálov na báze elektromagnetických indukčných metód. V súlade s harmonogramom riešenia boli všetky ciele projektu v plnom rozsahu naplnené a pri jeho realizácii boli získané pôvodné výsledky, ktoré významne posúvajú hranice poznania v predmetnej oblasti. Unikátnosť dosiahnutých výsledkov spočíva v komplexnom systémovom riešení inovatívnych hardvérových a softvérových prostriedkov nedeštruktívneho vyšetřovania vodivých materiálov, čím sa významne zvyšuje potenciál využitia elektromagnetických indukčných metód v moderných systémoch údržby rôznych zariadení. Navrhnutý nový prototyp vírovo-prúdovej sondy s distribuovaným priestorovým snímaním odoziev všetkých troch priestorových zložiek perturbačného elektromagnetického poľa, realizovaný s využitím progresívnych magnetických snímačov, výrazne znižuje mieru neurčitosti pri identifikácii detegovaných nehomogenít. Následne boli vyvinuté dva originálne prístupy riešenia inverzného problému na báze "Tabu search" a "Support Vector Machine". Tieto prístupy priniesli prelomové výsledky, pretože umožňujú identifikovať trojrozmerný profil detegovanej nehomogenity. Navyše preukazujú aj vysokú robustnosť voči šumu. Aktivita projektu boli zamerané aj na potreby riešenia systémov kontinuálneho monitorovania štruktúrnej integrity rôznych technologických zariadení s fixnou inštaláciou senzorov. V nadväznosti na moderné prístupy údržby bol vyvinutý inovatívny systém budenia vírivých prúdov na báze frekvenčného rozmietania. Dosiahnuté výsledky preukázali vhodnosť tohto prístupu nielen pri detekcii nehomogenít, ale aj vysoký potenciál pri ich identifikácii.

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

The project was focused on research, development and realization of innovative automated systems for non-destructive evaluation of conductive materials based on electromagnetic induction phenomena. All the project objectives were entirely accomplished according to the project schedule. Authentic results that substantially expand knowledge in the area of interest beyond existing borders have been achieved during the project realization. Comprehensive systematic solution of innovative hardware and software means for the non-destructive evaluation of conductive materials makes the gained results unique. Potential of the electromagnetic induction methods utilization in modern maintenance systems has been considerably increased. New prototype of eddy current probe has been proposed and designed. It allows distributed sensing of all three spatial components of the perturbation electromagnetic field using progressive magnetic sensors. The probe considerably decreases level of uncertainty in identification of detected inhomogeneities. New original approaches for solution of the inverse problem based on the Tabu Search and Support Vector Machine have been developed subsequently. These approaches bring breakthrough results as they allow identification of three-dimensional profile of detected inhomogeneities. Activities of the project were also targeted on specific challenges concerning Structural Health Monitoring where sensors need to be fixed at certain positions. Innovative system of eddy current excitation based on swept frequency method has been developed reflecting the requirements of modern maintenance approaches. Gained results show applicability and high potential of this approach not only for detection but also for evaluation of inhomogeneities.

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

Zodpovedný riešiteľ

doc. Ing. Ladislav Janoušek, PhD.

V Žiline 27. 11. 2014

Štatutárny zástupca príjemcu

Dr.h.c. prof. Ing. Tatiana Čorejová, PhD.

V Žiline 27. 11. 2014

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu