

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0460-12****PROGRESÍVNE NANOKRYŠTALICKÉ A AMORFNÉ MATERIÁLY PRE APLIKÁCIU
VO VYBRANÝCH ŠPIČKOVÝCH ZARIADENIACH VÝKONOVEJ ELEKTRONIKY**Zodpovedný riešiteľ **Ing. Marek Franko, PhD.**Príjemca **EVPÚ, a. s**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. EVPÚ, a. s.
2. Fyzikálny ústav Slovenskej akadémie vied
- 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. Patentová prihláška č. PP50045-2014, podaná 2. 7. 2014. Peter Švec (st.), Dušan Janičkovič, Michal Halasz, Peter Švec, Jozef Hoško: Viacvrstvové pásy na báze zliatin kovov a spôsob ich výroby.
- 2.
- 3.

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

1. P. Švec, J. Zigo, M. Nowicki, D. Jackiewicz, M. Franko, M. Hamela, W. Winiarski, R. Szewczyk, I. Skorvanek, P. Švec Sr.: Preparation, Processing and Selected Properties of Modern Melt-Quenched Alloys. In: Mechatronics - Ideas for Industrial Application. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 317, 2015, Springer, ISBN 978-3-319-10989-3, pp. 381-396, DOI:10.1007/978-3-319-10990-9_36
2. P. Švec, I. Janotová, J. Zigo, I. Matko, D. Janičkovič, J. Marcin, I. Škorváneek, P. Švec Sr.: Selected trends in new rapidly quenched soft magnetic materials. In: R. Szewczyk and M. Kaliczyńska (eds.), Recent Advances in Systems, Control and Information Technology,

3. Janotova, P. Svec Sr., P. Svec, I. Matko, D. Janickovic, J. Zigo, M. Mihalkovic, J. Marcin, I. Skorvanek: Phase Analysis and Structure of Rapidly Quenched Al-Mn systems. Journal of Alloys and Compounds, JALCOM39668

4. B. Butvinova, P. Butvin, K. Brzozka, M. Kuzminski, I. Matko, P. Švec Sr., M. Chromčiková: Effects of surface crystallization and oxidation in nanocrystalline FeNbCuSiB(P) ribbons. Journal of Magnetism and Magnetic Materials 424 (2017) 233-237.

5. E. Hristoforou, P. Vourna, A. Ktena, P. Svec: On the Universality of the Dependence of Magnetic Parameters on Residual Stresses in Steels. IEEE Transactions on Magnetics 52 (2016) 7362189

Uplatnenie výsledkov projektu

Riešenie projektu umožnilo vznik súboru poznatkov z vývoja nového nanokryštalického a amorfného materiálu, ich chemického zloženia a výroby a taktiež bol podporený aplikovaný vývoj na základe, ktorého bol vyvinutý rad stredofrekvenčných výkonových transformátorov vo výkonovom rozsahu 3 až 200 kVA a nové prototypy tlmiviek s využitím nanokryštalického alebo amorfného materiálu pre jadro magnetických obvodov. Dosiahnuté výsledky a výstupu budú a už aj majú uplatnenie pri použití:

- vo veľmi presných a stabilizovaných výkonových prúdových zdrojov pre napájanie magnetických systémov synchrotrónov protónových urýchľovačov. Boli realizované stredofrekvenčné výkonové transformátory s kvapalinovým chladením s výkonom 30 a 45 kVA (frekvencia 15-20 kHz);
- v zdrojoch pre systémy napájania dráhových vozidiel (trakčné a pomocné meniče lokomotívy a osobných vozňov), kde sú kladené vysoké nároky na dielektrickú odolnosť. Realizované boli transformátory s výkonom 3,2; 9; 50 kVA, (frekvencia 8 až 20 kHz) a 200 kVA (frekvencia 900 Hz) a tlmivka 2 mH/20 A;
- v plazmovom zariadení – prototypy transformátorov 3 kVA (izolácia transformátorový olej) a 7 kVA (polyuretánová zalievacia hmota) s výstupným napätím až 6 kV;
- v polohovacom zariadení (vysoké nároky na mechanickú odolnosť), tlmivka 0,66 mH/70 A, max. prúd 210 A a transformátor 3,2 kVA.

Realizátorom a odberateľom uvedených aplikačných výstupov je riešiteľská organizácia, spoločnosť EVPÚ, a. s., a uvedené výstupy sú určené prevažne pre zahraničný trh.

Získané poznatky z vývoja nových nanokryštalických materiálov sa premietli do podania patentovej prihlášky a budú ďalej overované. Vyvinuté dva nové typy nanokryštalických systémov - Fe-Co-B s prídavkom Si, Cu, C, P v Japonsku od 2015 známe ako NANOMET a Fe-Sn-B, dosiahli sa nízke hodnoty koercivity a vysoké hodnoty magnetizácie v nasýtení. Materiály majú vysoký potenciál na priemyselné využitie. Taktiež boli vyvinuté nové metódy termomagnetického spracovania rýchlo chladených magnetík, ich využitím boli vyvinuté systémy stredne silných permanentných magnetov na báze Mn-Al a boli vyvinuté aj nové metódy rezania, brúsenia a delenia magnetických obvodov z rýchlo chladených pásov pri kryteplotách, ktoré boli využité na prípravu vysokopevných kompaktoz rýchlochladených zliatin na báze Al.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

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

Cieľom projektu bol základný výskum nanokryštalického materiálu a aplikovaný výskum zameraný na aplikáciu vyvinutého materiálu ale aj na trhu dostupných nových nanokryštalických materiálov do špeciálnych vývojom navrhnutých magnetických obvodov pre aplikáciu v špičkových zariadeniach výkonovej elektroniky. Vyvinuté a realizované vzorky transformátorov a tlmiviek zodpovedajú plánovaným cieľom projektu, kde bolo naplánované riešiť konštrukciu špeciálnych transformátorov, ich izolačný systém, nové vyhotovenia s kvapalinovým chladením a návrh technológie pre realizáciu špeciálnych transformátorov s

cieľom zvýšiť výkon, optimalizovať rozmery a hmotnosť magnetických obvodov pre použitie v spínaných výkonových zdrojoch. Riešenie projektu sa zameralo aj návrh riešení pre vývoj magnetických obvodov so špecifickými požiadavkami na elektrické parametre reprezentované extrémne nízkymi rozptylovými indukčnosťami, vysokou izolačnou pevnosťou, nízkou hladinou čiastočných výbojov alebo schopnosťou pracovať aj pri teplotách -50°C . Preto bol projekt zameraný predovšetkým na:

- základný výskum nanokryštalického materiálu. Výsledkom riešenia projektu je súbor poznatkov z vývoja nového nanokryštalického materiálu, vyvinuté dva nové typy nanokryštalických systémov - Fe-Co-B s prídavkom Si, Cu, C, P kde sa dosiahli nízke hodnoty koercivity a vysoké hodnoty magnetizácie v nasýtení. Materiály majú vysoký potenciál na priemyselné využitie. Taktiež boli vyvinuté nové metódy termomagnetického spracovania rýchlochladených magnetík, ich využitím boli vyvinuté systémy stredne silných permanentných magnetov na báze Mn-Al.
- aplikovaný výskum zameraný na aplikáciu nanokryštalického a amorfného materiálu a na trhu dostupných materiálov pre použitie v špičkových zariadeniach výkonovej elektroniky. Boli riešené otázky návrhu metodík elektromagnetických a tepelných výpočtov a konštrukčného riešenia takýchto obvodov; odvod stratového tepla vznikajúceho v jadre a vinutiach predmetných magnetických obvodov; hluk delených jadier, realizácia transformátorov s vyšším výkonom, optimalizovanými rozmermi, s minimalizovanou rozptylovou indukčnosťou, realizácia tlmiviek. Zrealizovaných bolo 8 predstaviteľov radu výkonových transformátorov s výkonom od 3 do 200 kVA a 4 typy tlmiviek, ktoré boli vyvinuté a realizované s toroidnými, delenými (tvar 2xU) ale aj skladanými jadrami z nanokryštalického alebo amorfného materiálu. Realizátorom a odberateľom týchto aplikačných výstupov je spoločnosť EVPÚ, a.s.

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

The aim of the project was basic research of nanocrystalline materials and applied research in application of developed material and also commercially available nanocrystalline materials in specially developed magnetic circuits for applications in high-power electronic devices. Developed and implemented samples of transformers and chokes correspond with planned objectives of the project, as it was scheduled to deal with the construction of special transformers, the insulation system, application of liquid cooling and design of technology for the implementation of special transformers in order to improve performance, optimize the size and weight of magnetic circuits for switching power supplies. Solution of the project also focused on the design of the magnetic circuits development with specific requirements for electrical parameters represented by extremely low leakage inductance, high dielectric strength, low level of partial discharge or the ability to operate at -50°C . Therefore, the project was focused mainly on:

- Basic research of nanocrystalline materials. The result of the project is the know-how of the development of new nanocrystalline materials, it has been developed two new types of nanocrystalline systems - Co-Fe-B with the addition of Si, Cu, C, P that achieve low levels of coercivity and high saturation magnetization values. The materials have high potential for industrial use. They also have developed new methods of processing thermo rapid cooling magnetics, using their systems have been developed moderately strong permanent magnets based on Mn-Al.
- Applied research of nanocrystalline and amorphous material applications their usage in high-end devices of power electronics (design of methodologies for electromagnetic and thermal calculations and the design of such circuits were solved; removal of the loss heat generated in the core and windings of magnetic circuits; noise of split cores, transformers with higher power realization, optimized dimensions, with minimized leakage inductance, implementation of chokes). Eight representatives of a middle frequency power transformer grade with the power from 3 to 200 kVA were realized and 4 types of reactors which have been developed and implemented with the toroid core, cut core (2xU shape) but also stacked cores from nanocrystalline or amorphous materials. Creator and recipient of these application outputs is a development organization EVPÚ, j.s.c.

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

Zodpovedný riešiteľ

Ing. Marek Franko. PhD.

V Novej Dubnici 22.12.2016

Štatutárny zástupca príjemcu

Ing. Vojtech Packa

Ing. Ondrej Marček

V Novej Dubnici 22.12.2016

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu