

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-16-0136**

Elastomérne zmesi a kompozitné materiály pre špeciálne aplikácie

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Ivan Hudec, PhD.**

Príjemca **Slovenská technická univerzita v Bratislave - Fakulta chemickej a potravinárskej technológie**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Ústav prírodných a syntetických polymérov Fakulty chemickej a potravinárskej technológie
STU v Bratislave
VIPO a.s. Partizánske

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Fakulta Technologická Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, Centrum polymérnych materiálov,
Česká republika
Fakulta aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, Česká republika

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

Podané patentové prihlášky

1. Elektrický vodič s tienením elektromagnetického žiarenia a spôsob jeho výroby, PV – 127-2020, 30.11.2020

Pôvodca: Hudec Ivan, Kruželák Ján, Kvasničáková Andrea, Duchovič Peter, Preťo Jozef, Hronkovič Ján, Krump Henrich, Beňovský Branislav, Kapitán Peter, Koreň Jakub,
Prihlasovateľ:- BizLink Technology (Slovakia) s.r.o.; Trenčianska Teplá 1356, 914 01
Trenčianska Teplá; SK;

- Slovenská technická univerzita v Bratislave; Vazovova 5, 812 43 Bratislava; SK;

- VIPO a. s.; gen. Svobodu 1069/4, 958 01 Partizánske; SK

Udelené úžitkové vzory

1. UV 8765, Kompozitný materiál na báze kaučukovej matrice a magnetického plniva,
Pôvodca: Hudec Ivan, Kruželák Ján, Kvasničáková Andrea, Preťo Jozef, Hronkovič Ján,
Majiteľ:-Slovenská technická univerzita v Bratislave

-VIPO a. s.Partizánske, 2.4.2020

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

1. Reinforcement of Rubber Magnetic Composites with Zinc Salts of Acrylic and Methacrylic Acids, Materials 2018, 11, 2161; Ján Kruželák , Viera Karlíková , Rastislav Dosoudil, Katarína Tomanová, Ivan Hudec, 18 s.

2. Thermo-oxidative stability of rubber magnetic composites cured with sulfur, peroxide and mixed curing systems, Plastics, Rubber and Composites, 2018, 47:7, Ján Kruželák, Andrea Kvasničáková, Rastislav Dosoudil, s. 324-336

3. Application of peroxide curing systems in cross-linking of rubber magnets based on NBR

and barium ferrite. *Advances in Materials Science and Engineering*, volume 2019, Kruželák, J., Kvasničáková, A., Medlenová, E., Dosoudil, R., Hudec, I.,

Article ID 1640548, 10 pages, <https://doi.org/10.1155/2019/1640548>

4. Barium and strontium filled composites based on NBR and SBR, *Journal of Elastomers & Plastics*, 2019, Vol. 51(5), Kruželák, J., Matvejová, M., Medlenová, E., Dosoudil, R., Hudec, I., 421–439

5. Rubber magnets based on NBR and lithium ferrite with the ability to absorb electromagnetic radiation. *Polymers Advanced Technologies*, volume 31, 2020, Kruželák, J., Kvasničáková, A., Ušák, E., Ušáková, M., Dosoudil, R., Hudec, I., s. 1624 -1633

6. Low frequency electromagnetic shielding efficiency of composites based on ethylene propylene diene monomer and multi-walled carbon nanotubes. *Polymers Advanced Technologies*, volume 31, 2020, Kruželák, J., Kvasničáková, A., Plavec, R., Ušák, E., Ušáková, M., Dosoudil, R., Hudec, I., s. 3272 -3280

Uplatnenie výsledkov projektu

V rámci projektu sa pripravil nový výrobok – kábel s vnútornou gumou vyznačujúcou sa tieniacimi charakteristikami v prevádzkových podmienkach potenciálneho výrobcu – firmy BizLink Technology (Slovakia) s.r.o.; Trenčianska Teplá (potvrdenie zo dňa 29.10.2020 od firmy BizLink Technology (Slovakia) s.r.o.; Trenčianska Teplá je súčasťou správy za rok 2020).

Súčasne sa výsledky projektu uplatnili aj vo VEGUM a.s. Dolné Vestenice, kde sa overila prevádzková príprava plnených elastomérnych zmesí na báze butadién-akrylonitrilového kaučuku a feritového plniva s tieniacimi účinkami proti elektromagnetickému žiareniu – (potvrdenie výrobcu a overovateľa technológie VEGUM a.s. Dolné Vestenice z 24.9.2020 je súčasťou správy za rok 2020).

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

Cieľom projektu bola príprava a hodnotenie vlastností elastomérnych kompozitov na báze magneticky tvrdých a magneticky mäkkých feritových, resp. hybridných plnív. Výsledky štúdia ukázali, že na prípravu elastomérnych magnetických kompozitov sú vhodné najmä matrice na báze polárnych kaučukov z dôvodu lepšej kompatibility s feritovými plnivami. Na sieťovanie kaučukových matric sa okrem štandardných sírnych vulkanizačných systémov, využili aj peroxidové vulkanizačné systémy. Výskum ukázal, že kombinácia organického peroxidu s vhodným kovulkanizačným činidlom poskytuje kompozity s dobrými magnetickými vlastnosťami a zlepšenými fyzikálno-mechanickými vlastnosťami, čo je výsledkom tvorby komplexnej sieťovej štruktúry kaučukovej matrice a zvýšenia adhézie na medzifázovom rozhraní plnivo-kaučuk. Aplikácia magneticky mäkkých feritových plnív do kaučukových matric umožnila prípravu kompozitov s účinkami absorpčného tienenia elektromagnetického žiarenia. Po odskúšaní laboratórne pripravených feritov (lítny ferit, manganato-zinočnatý ferit) sa experimentálne práce sústredili na testovanie kompozitných materiálov s komerčne dostupným mangánato-zinočnatým feritom. Vhodnou kombináciou feritu s vápencom a stužujúcim plnivom – sadzami a inými spracovateľskými prísadami sa v poloprevádzkových a prevádzkových podmienkach pripravili špeciálne elastomérne kompozitné materiály pre finálnu aplikáciu – opláštenie elektrických vodičov s cieľom zabránenia emisie škodlivé elektromagnetického žiarenia vyžarovaného elektrickým vodičom.

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

The aim of the project was the preparation and evaluation of properties of elastomer composites based on hard and soft magnetic ferrites, or hybrid fillers, respectively. The results demonstrated that mainly rubber matrices based on polar elastomers are suitable for the preparation of elastomer magnetic composites. In addition to standard sulfur based curing systems, peroxide curing systems have also been applied for cross-linking of rubber matrices. The research revealed that the combination of organic peroxide with suitable co-agent paves the way for the preparation of composites not only with suitable magnetic properties, but also with enhanced physical-mechanical characteristics. It has been revealed that co-agents contribute to the formation of more complex cross-link structure with the

elastomer matrices. On the other hand, they increase the adhesion and compatibility on the interface filler-rubber contribute to higher reinforcing effect of magnetic fillers. Application of magnetic soft ferrites into elastomer matrices has led to the preparation of composites with the effects of absorption electromagnetic radiation shielding. After testing of laboratory prepared ferrites (lithium ferrite, manganese-zinc ferrite), commercially available manganese-zinc ferrite has been examined. In addition to laboratory scale, the research has also been moved to semi-industrial conditions. During the project solving it has been demonstrated that the suitable combination of ferrite, limestone and carbon black and processing additives has led to the preparation of special elastomer composites for the final application – electric conductors with shielding layer aim to absorb harmful electromagnetic radiation emitted from electric conductor.