

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0014**

**Kompozitné vrstvy pre vysokoteplotnú protikoróznú ochranu kovov**

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Dušan Galusek, DrSc.**

Príjemca **Ústav anorganickej chémie SAV**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Ústav anorganickej chémie SAV

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Universität Bayrueth, Nemecko

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

neboli

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

1. Parchovianský, M., Barroso, G., Petříková, I., Motz, G., Galusková, D., Galusek, D. Polymer Derived Glass Ceramic Layers for Corrosion Protection of Metals (2016) Ceramic for Energy Conversion, Storage, and Distribution Systems, 256, pp. 187-200
2. M. Parchovianský, J. Balko, P. Švančárek, J. Sedláček, J. Dusza, F. Lofaj, D. Galusek, Mechanical properties and sliding wear behaviour of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiC nanocomposites with 3-20 vol% SiC. In Journal of the European Ceramic Society, 2017, vol. 37, no. 14, p. 4297-4306. (3.411 - IF2016). ISSN 0955-2219.
3. J. Chovanec, R. Svoboda, J. Kraxner, A. Černá, D. Galusek, Crystallization kinetics of the Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub> glass, Journal of Alloys and Compounds 725 (2017) 792-799
4. Anna Prnová, Alfonz Plško, Jana Valúchová, Katarína Haladejová, Róbert Klement, Dušan Galusek; Crystallization kinetics of glass microspheres with yttrium aluminium garnet (YAG) composition; ISSN 1388-6150, Volume 131, Number 2, J Therm Anal Calorim (2018), 131:1115-1123, DOI 10.1007/s10973-017-6690-9
5. Anna Prnová, Alfonz Plško, Jana Valúchová, Peter Švančárek, Robert Klement Monika Micháľková, Dušan Galusek, Crystallization kinetics of yttrium aluminate glasses; Journal of Thermal Analysis and Calorimetry; ISSN: 1388-6150, Vol 133, Number 1, p. 227-236, DOI: 10.1007/s10973-017-6948-2
6. HVIZDOŠ, Pavol - BALKO, Ján - FIDES, Martin - CHICARDI, E. Wear damage of TiTaCN-Co cermets at room and elevated temperatures. In Procedia Structural Integrity, 2017, vol. 5, p. 1385-1392. (2017 - WOS). ISSN 2452-3216.(International conference on structural integrity : ICSI 2017)
7. Parchovianský M, Parchovianská I, Švančárek P, Motz G, Galusek D. PDC glass/ceramic

coatings applied to differently pretreated AISI441 stainless steel substrates. *Materials*. 2020;13:1–16.

8. Parchovianský M, Petříková I, Švančárek P, Lenz Leite M, Motz G, Galusek D. Passive filler loaded polysilazane-derived glass/ceramic coating system applied to AISI 441 stainless steel, part 2 Oxidation behaviour in air. *Int J Appl Ceram Technol*. 2020, vol. 17, :1675–1687.

9. Parchovianský, M., Petříková, I., Barroso, G.S., Švančárek, P., Galuskova, D., Motz, G., Galusek, D. Corrosion and oxidation behavior of polymer derived ceramic coatings with passive glass fillers on AISI 441 stainless steel (2018) *Ceramics - Silikaty*, 62 (2), pp. 146-157

10. Anna Prnová, Alfonz Plško, Jana Valúchová, Róbert Klement, Mária Chromčíková, Nurshen Mutlu, Melinda Majerová, Els Bruneel, Dušan Galusek: Crystallization kinetics of binary Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> glass, In *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, <https://doi.org/10.1007/s10973-020-10049-7>

11. Anna Prnová, Jana Valúchová, Nurshen Mutlu, Milan Parchovianský, Róbert Klement, Alfonz Plško, Dušan Galusek: Thermal behaviour and photoluminescence properties of Er and Nd- doped yttrium aluminate glasses, In *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, May 2020, [doi.org/10.1007/s10973-020-09816-3](https://doi.org/10.1007/s10973-020-09816-3)

12. Anna Prnová, Jana Valúchová, Milan Parchovianský, Wolfgang Wisniewski, Peter Švančárek, Robert Klement, Ľubomír Hric, Els Bruneel, Dušan Galusek: Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>-α-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composites with fine-grained microstructure by hot pressing of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> glass microspheres, In: *Journal of the European Ceramic Society*, 40/3 (2020), 852-860, [doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2019.10.017](https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2019.10.017)

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Výsledky riešenia projektu sú uplatniteľné v oblasti protikoróznej ochrany kovov pri vysokých teplotách a vo vysoko korozívnom prostredí spalín v teplárňach, alebo spaľovniach komunálneho odpadu. Novo vyvinutý typ protikorózných vrstiev zabezpečí predĺženie životnosti exponovaných častí technologických zariadení, najmä výmenníkov tepla, pričom zároveň zlepší prestup tepla a tým aj tepelnú účinnosť zariadení.

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

Predĺženie životnosti a zvýšenie stability ocelí, z ktorých sú konštruované výfukové potrubia, výmenníky tepla v spaľovniach komunálneho odpadu, zlievárenských prevádzkach a taviacich agregátoch v sklárňach je možné dosiahnuť aplikáciou vhodne zvoleného protikorózneho povlaku. Cieľom projektu bol vývoj nového druhu kompozitnej protikorózneho ochrany, ktorej základom sú keramické vrstvy pripravené riadeným rozkladom organokremičitých prekursorov. Použitie organických prekursorov umožňuje použiť pri nanášaní protikorózneho ochrany štandardné technológie, ako je striekanie, alebo namáčanie do tekutého prekursora, s následnou pyrolýzou a konverziou prekursora na amorfnú keramiku. V rámci projektu sa vyvinuli nové typy ochranných vrstiev - tzv. environmentálnych bariérových povlakov - pripravených z komerčne dostupných organokremičitých prekursorov. Zvýšenie termickej stability, korózne odolnosti, ako aj minimalizácia objemových zmien spojených s konverziou prekursora na keramiku sa dosiahla prídavkom aktívnych a pasívnych plnív na báze oxidových keramických materiálov (YSZ, ZrSi<sub>2</sub>), komerčných oxidových skiel s teplotou mäknutia optimalizovanou na teploty použitia povlakov a zabezpečujúce jeho samovyhojovacie vlastnosti, ako aj inertných vysoko stabilných hlinitanových skiel a polykryštalických prekursorov pripravených plameňovou syntézou vo forme mikroguličiek. Pripravené povlaky zabezpečili kvalitnú ochranu povlakovaného kovového substrátu v rôznych oxidačných atmosférach pri teplotách do 1000 C, pričom v dôsledku optimalizácie koeficientu teplotnej rozťažnosti povlaku bola zabezpečená aj odolnosť pripravených vrstiev voči cyklickým zmenám teploty.

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

Extending the service life and increasing the stability of the steels from which the exhaust pipes, heat exchangers in communal waste incinerators, foundries and smelting units in glassworks are constructed can be achieved by applying suitably selected anti-corrosion

coatings. The aim of the project was the development of a new type of composite anti-corrosion protection, based on ceramic layers prepared by controlled decomposition of organosilicon precursors. The use of organic precursors allows the use of standard anti-corrosion protection technologies such as spraying or dipping into a liquid precursor, followed by pyrolysis and conversion of the precursor to an amorphous ceramic. Within the project, new types of protective layers - environmental barrier coatings - were developed, prepared from commercially available organosilicon precursors. Increased thermal stability, corrosion resistance as well as minimization of volume changes associated with the conversion of the precursor to ceramics was achieved by adding active and passive fillers based on oxide ceramic materials (YSZ, ZrSi<sub>2</sub>), commercial oxide glasses with softening temperature optimized for coating application temperatures, ensuring self healing properties of the coating, as well as inert highly stable aluminate glasses and polycrystalline precursors prepared by flame synthesis in the form of microspheres. The prepared coatings provided quality protection of the coated metal substrate in various oxidizing atmospheres at temperatures up to 1000 C. Due to the optimization of the coefficient of thermal expansion of the coating, the resistance of the prepared layers to cyclic temperature changes was also ensured.