



Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-17-0483**

Keramické materiály pre žiaruvzdorné vymurovky kotlov s intenzifikovaným spaľovaním biomasy

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Gabriel Sučík, PhD.**

Príjemca **Technická univerzita v Košiciach - Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Technická univerzita v Košiciach, Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie, Ústav metalurgie, Letná 1/9, 04200 Košice

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Len domáce spolupracujúce pracovisko ŽP VVC, s.r.o., Podbrezová.

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

Neboli zatiaľ udelené. V príprave.

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

Priemyselné pece a sušiarne vo výrobe keramiky a stavebných hmôt / Miroslav Tatič, Gabriel Sučík, Ladislav Lukáč - 1. vyd - Košice : TU - 2018. - 255 s.. - ISBN 978-80-553-2936-9.

[TATIČ, Miroslav - SUČIK, Gabriel - LUKÁČ, Ladislav]

Priemyselné pece v hutníckej druhovýrobe / Miroslav Tatič, Ladislav Lukáč, Gabriel Sučík - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2021. - 312 s. [print]. - ISBN 978-80-553-3800-2.

[TATIČ, Miroslav - LUKÁČ, Ladislav - SUČIK, Gabriel]

The effect of increasing MgO content in dendromass on ash fusibility and corrosion of corundum refractory castable / Beatrice Plešingerová ... [et al.] Spôsob prístupu: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.04.155...> - 2022. In: Ceramics International. - Oxon (Veľká Británia) : Elsevier Roč. 48, č. 15 (2022), s. 21780-21788 [print, online]. - ISSN 0272-8842

[PLEŠINGEROVÁ, Beatrice - VADÁSZ, Pavol - MEDVEĎ, Dávid - SUČIK, Gabriel - MACHÁČEK, Jan - POPOVIČ, Ľuboš - IVÁNOVÁ, Dana - BAKAJSOVÁ, Radka]

Databázy: WOSSIPUSCCCKvartil: WOS:Q1,SCO:Q1

Determination of the kinetic parameters of leaching from experimental data using the non-porous shrinking particle model: Effect of error propagation / Pavel Raschman ... [et al.] - 2023. In: Hydrometallurgy : an International Journal devoted to all aspects of the Aqueous Processing of Metals. č. XXX (2023), s. 1-XX [in print: HYDROM-D-22-00246R3]. - ISSN

0304-386X Spôsob prístupu:

[RASCHMAN, Pavel - POPOVIČ, Ľuboš - SUČIK, Gabriel]

Characterisation of Dendromass Ash Fractions Captured in Power Plant with a View to their Further Utilization / Beatrice PLEŠINGEROVÁ ... [et al.] Spôsob prístupu:

<https://doi.org/10.46544/AMS.v27iX.X>. In: In: Acta Montanistica Slovaca. - Košice

(Slovensko) : Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií Roč. 27, č. 4 (2022), s. xxx-xxx [print, online]. - ISSN 1335-1788

[PLEŠINGEROVÁ, Beatrice - VADÁSZ, Pavol - MEDVEĎ, Dávid – JABLONSKÝ, Gustáv - SUČIK, Gabriel – DZURŇAK, Róbert]

Databázy: WOS, SCOPUS, Kvartil: WOS:Q3,SCO:Q3 (v tlači)

Simplified waste-free process for synthesis of nanoporous compact alumina under technologically advantageous conditions / Alena Fedoročková ... [et al.] Spôsob prístupu:

<https://doi.org/10.1039/d0ra06544g...> - 2020. In: RSC Advances. - Cambridge (Veľká

Británia) : The Royal Society of Chemistry Roč. 10, č. 54 (2020), s. 32423-32435 [online]. - ISSN 2046-2069 (online)

[FEDOROČKOVÁ, Alena - SUČIK, Gabriel - PLEŠINGEROVÁ, Beatrice - POPOVIČ, Ľuboš - KOVALÁKOVÁ, Mária - VAVRA, Martin]

Databázy: WOSSIPUSCCCKvartil: WOS:Q2,SCO:Q1

Príprava funkčných viaczložkových oxidov kovov spinelového typu z vodných roztokov solí / Dominika Kalaposová, Alena Fedoročková, Beatrice Plešingerová - 2022. In: Konferencie o špeciálnych anorganických pigmentoch a práškových materiáloch : zborník príspevků 24. ročníku. - Pardubice (Česko) : Univerzita Pardubice s. 41-46 . - ISBN 978-80-7560-419-4

[KALAPOSOVÁ, Dominika - FEDOROČKOVÁ, Alena - PLEŠINGEROVÁ, Beatrice]

Charakteristika povrchu reaktívnych aditív spojivového systému žiaruvzdorných betónov / Beatrice Plešingerová ... [et al.] - 2022. In: Konferencie o špeciálnych anorganických pigmentoch a práškových materiáloch: zborník príspevků 24. ročníku. - Pardubice (Česko) : Univerzita Pardubice s. 99-104 . - ISBN 978-80-7560-419-4

[PLEŠINGEROVÁ, Beatrice - FEDOROČKOVÁ, Alena - FABIÁN, Martin - KALAPOSOVÁ, Dominika - MEDVEĎ, Dávid - VADÁSZ, Pavol]

Vplyv hutnosti hlinitých žiarobetónov na ich odolnosť voči korózii popolmi zo spaľovania dendromasy / Radka Bakajsová, Gabriel Sučík, Beatrice Plešingerová - 2022. In: Hutní keramika 2022: 13. ročník konferencie žárovzdorných a tepelne izolačných materiálov : zborník konferencie. - Ostrava (Česko) : Tanger s. 62-68 . - ISBN 978-80-88365-04-4

[BAKAJSOVÁ, Radka - SUČIK, Gabriel - PLEŠINGEROVÁ, Beatrice]

Porovnanie chemických kritérií tavitelnosti biopopelov s tavitelnosťou stanovenej podľa STN ISO 540 / Pavol Vadász ... [et al.] - 2022. In: Hutní keramika 2022 : 13. ročník konferencie žárovzdorných a tepelne izolačných materiálov : zborník konferencie. - Ostrava (Česko) : Tanger s. 52-59 . - ISBN 978-80-88365-04-4

[VADÁSZ, Pavol - PLEŠINGEROVÁ, Beatrice - SUČIK, Gabriel - MEDVEĎ, Dávid - BAKAJSOVÁ, Radka]

Uplatnenie výsledkov projektu

Vývoj bezcementového bázického žiarobetónu: Projekt má zásadný význam pre rozšírenie poznatkov o chemických postupoch prípravy práškov na báze MA-spinelu s definovanou granulometriou a zložením primárne určených pre ich využitie v mikrónochých až submikrónochých frakciách magnéziových žiarobetónových zmesí:

a) zlepšujú reologické vlastnosti žiarobetónov pri ich aplikácii (tečenie, tixotropia a pod.)

b) zvyšujú odolnosť žiarobetónov voči vysokoteplotnej korózii alkalickými taveninami (energetické kotly, výroba a rafinácia hliníka, výroba ocele, spaľovne nebezpečného a komunálneho odpadu). Bázický bezcementový žiarobetón Speraspinel 6 na báze tavenej magnézie a MA-spinelu vyvinutý v rámci projektu nájde svoje komerčné uplatnenie v hutníckom, energetickom a strojárskom priemysle. Jeho lacnejší variant na báze železitej magnézie s forsteritovou väzbou je vyrábaný v rámci spolupráce s ŽP VVC, s.r.o., Podbrezová vo výrobnom závode Žiaromat, a.s., Kalinovo a používaný pre inštalácie medzipanví v oceliarniach a ako bandáže pri zváraní koľajníc. Pripravené keramické prášky, ako prekursor MA-spinelu sú tiež testované ako iónovo aktívne materiály pre elektródy Li-ion článkov, pričom sledovaným parametrom je prúdová hustota a jej časová zmena v závislosti na podmienkach vybijacích cyklov. Predmetom štúdia je vplyv dopantov na ich elektrochemické vlastnosti.

Spojivový systém: V rámci tém doktorandských prác boli pripravené sol-gel spojivové systémy spinelového typu určené ako pre žiaruvzdorné materiály, tak pre pokročilé a funkčné keramické materiály (aktívne substráty, vysokoentropické keramické materiály, tuhé elektrolyty a i.) Metodika prípravy gélov je aplikovateľná aj na analogické binárne systémy $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ (mullit—gél) pre hlinito kremičité materiály, $\text{MgO}-\text{SiO}_2$ (forsterit—gél) pre bázické materiály a ternárne systémy $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ (kordierit—gél).

Dynamické korózne testy: Na základe získaných poznatkov o statických téglíkových korózných testoch bolo s cieľom priblíženia podmienok testovania k reálnym podmienkam, ktorým sú vystavené žiaromateriály vo vysokoteplotných agregátoch (parné kotle spaľujúce biopalivá, zmesové palivá, príp. rôzne odpady atď.) navrhnuté a zostrojené modelové zariadenie – vysokoteplotná komora predstavujúca spaľovaciu komoru kotla, rošt, spalínové kanály a pod. Testy ukázali, že korózne pôsobenie taveniny v dynamickom režime je veľmi blízke reálnej prevádzke, samozrejme, za dlhšie časové obdobie. Táto metóda testovania koróznej odolnosti sa už v súčasnosti používa a výsledky sú porovnávané s téglíkovými testami. Výhodou tejto metódy je aj možnosť vysokoteplotného testovania ocelí určených do špecifického korózneho prostredia, ktoré je možné modelovať.

Vytvorenie matematického modelu spaľovania.

a) V tejto etape boli vykonané práce na zriadení a zostavení čiastkových meracích aparátúr pre meranie, zber a archiváciu nameraných údajov z prietokových množstiev plynných médií (spaľovací vzduch, kyslík, spaliny a pod.) ako aj technologických teplôt vo zvolených meracích miestach a sledovania zloženia spalín so zameraním na relevantné plyny (O_2 , CO_2 , CO , NO_x a pod.) Výsledky boli použité pre vytvorenie matematického modelu procesu spaľovania s prídavkom kyslíka.

b) Konštrukcia sústavy spaľovacieho zariadenia s príslušenstvom, špecifikácia meracích miest.

Výsledky získané z meraní na čiastkových aparatúrach budú metodicky implementované do laboratórnej spaľovacej zostavy spaľovania biomasy v špeciálnom horáku na to určenom a inštalovanom do štandardného teplovodného kotla. Za týmto účelom bol v tejto etape z prostriedkov projektu zakúpený špeciálny horák s dávkovacím mechanizmom biomasy a malý teplovodný kotol po úprave s možnosťou merania relevantných parametrov.

Matematický model a návrh konštrukcie modelového zariadenia pre korózne testy žiaromateriálov.

Výsledky získané z meraní na čiastkových aparatúrach boli metodicky implementované do návrhu modelového laboratórneho zariadenia, na ktorom je možné realizovať korózne testy žiaruvzdorných materiálov v podmienkach blízkyh prevádzkových podmienkach kotlov pre spaľovanie biomasy rôznymi koróznymi médiami. Výhodou experimentálneho zariadenia bude taktiež možnosť sledovať dynamické pôsobenie popolov a úletov na konštrukčné časti kotlov (kovových a keramických) ako aj abráziu na testovaných vzorkách pri vysokých teplotách. V roku 2021 bolo zariadenie zhotovené a po teplotných testoch sa začalo s dynamickými koróznymi testami, ktoré v tomto čase prebiehajú paralelne so statickými koróznymi testami. Testy sa vyhodnocujú a vzájomne sa porovnávajú. V ZS1 sú niektoré testy uvedené a komentované.

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

Bázický bezcementový žiarobetón Speraspinel 6 na báze tavenej magnézie a MA-spinelu vyvinutý v rámci projektu nájde svoje komerčné uplatnenie v hutníckom, energetickom a strojárskom priemysle. Jeho lacnejší variant na báze železitej magnézie s forsteritovou väzbou je vyrábaný v rámci spolupráce s ŽP VVC, s.r.o., Podbrezová vo výrobnom závode Žiaromat, a.s., Kalinovo a používaný pre inštalácie pracovných medzipanví v oceliarniach, vymurovky vysokoteplotných reaktorov pre likvidáciu nebezpečného odpadu a pod.

Keramické prášky—iónovo aktívne materiály pre elektródy Li-ion článkov, aktívne substráty, vysokoentropické keramické materiály, tuhé elektrolyty a i. pričom sledovaným parametrom je prúdová hustota a jej časová zmena v závislosti na podmienkach vybijacích cyklov.

Spojivový systém: V rámci tém doktorandských prác boli pripravené sol-gel spojivové systémy spinelového typu určené ako pre žiaruvzdorné materiály, tak pre pokročilé a funkčné keramické materiály.

Vytvorené matematického modely spaľovania biomasy s prídavkom kyslíka: simulované štyri rôzne varianty pri konštantnom prídavku kyslíka a prebytku vzduchu pri konštantnej

teplote v spaľovacej komore, konštantnej spotrebe paliva, pričom sa sledovala tepelná účinnosť kotla pri zachovanom konštrukčnom usporiadaní výmenníkov tepla pre predohrev vody a výrobu prehriatej pary.

Matematický model a návrh konštrukcie modelového zariadenia pre korózne testy žiaromateriálov. Korózne pôsobenie taveniny v dynamickom režime je veľmi blízke reálnej prevádzke, samozrejme, za dlhšie časové obdobie.

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

The basic cement-free refractory concrete Speraspinel 6 based on fused magnesia and MA-spinel developed within the project will find its commercial application in the metallurgical, energy and engineering industries. Its cheaper variant based on ferric magnesia with a forsterite bond is produced in cooperation with ŽP VVC, Ltd., Podbrezová at the Žiaromat, inc., factory in Kalinovo and is used for the tundish lining in steel mills, the lining of high-temperature reactors for the disposal of hazardous waste, etc.

Ceramic powders—ion active materials for electrodes of Li-ion cells, active substrates, high-entropy ceramic materials, solid electrolytes, etc. while the observed parameter is the current density and its change over time depending on the conditions of the discharge cycles.

Binder system: As part of the topics of the doctoral theses, spinel-type sol-gel binder systems designed for both refractory materials and advanced and functional ceramic materials were prepared.

Created mathematical models of biomass combustion with the addition of oxygen: four different variants were simulated with a constant addition of oxygen and an excess of air at a constant temperature in the combustion chamber, constant fuel consumption, while the thermal efficiency of the boiler was monitored while maintaining the structural arrangement of heat exchangers for preheating water and producing superheated steam.

Mathematical model and construction design of a model device for corrosion tests of refractory materials. The corrosion action of the melt in the dynamic mode is very close to real operation, of course, over a longer period of time.