



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-19-0328

Výskum a vývoj pokročilej technológie spaľovania s cieľom redukcie emisnej stopy automobilov.

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Michal Puškár, PhD.**

Príjemca

Technická univerzita v Košiciach - Strojnícka fakulta

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

-

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

Patenty (číslo prihlášky / názov / dátum podania):

1. PP 50055-2021: Systém tepelného riadenia spaľovacieho procesu homogénnej zmesi s využitím duálneho vstrekovania, 05.11.2021, dátum zverejnenia prihlášky: 31.05.2023, dátum rozhodnutia o udelení patentu: 18. 6. 2024, patent č. 289233.
2. PP 50048-2022: Systém spaľovacej komory s využitím kompresného efektu plameňa a duálnej hustoty paliva, 02.11.2022, dátum zverejnenia prihlášky: 22.05.2024
3. PP 50049-2022: Rezonančný expanzný systém na znižovanie emisií spaľovacích motorov, 02.11.2022, dátum zverejnenia prihlášky: 22.05.2024
4. PP 50066-2023: Systém duálneho výfukového potrubia pre optimalizáciu spaľovacieho procesu, 19.09.2023
5. PP 50071-2023: Pokročilý systém vstrekovania pre aplikáciu uhlíkovo neutrálnych palív, 06.10.2023

Úžitkové vzory (číslo prihlášky / názov / dátum podania):

6. PUV 50082-2021: Variabilný vstrekovací systém na redukciiu emisií spaľovacích motorov, 05.11.2021, dátum zápisu a číslo úžitkového vzoru: 05.01.2023, UV 9688
7. PUV 50084-2022: Systém na zvýšenie efektivity spaľovacieho procesu homogénnej zmesi, 02.11.2022, dátum zápisu a číslo úžitkového vzoru: 13.02.2024, UV 9979
8. PUV 50085-2022: Rezonančný expanzný systém na znižovanie emisií spaľovacích motorov, 02.11.2022, dátum zápisu a číslo úžitkového vzoru: 06.07.2023, UV 9812
9. PUV 50069-2023: Integrovaný systém na redukciiu emisií spaľovacích motorov, 19.09.2023
10. PUV 50074-2023: Konštrukčné riešenie pre spaľovanie homogénnej zmesi, 06.10.2023,

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

Publikácie v zahraničných karentovaných časopisoch:

1. PUŠKÁR, Michal - ŽIVČÁK, Jozef - KOČIŠOVÁ, Michaela - ŠOLTÉSOVÁ, Marieta - KOPAS, Melichar: Impact of bio- renewable energy sources on reduction of emission footprint from vehicles / - 2021. In: Biofuels Bioproducts and Biorefining. - Hoboken (USA) : Wiley Roč. 15, č. 5 (2021), s. 1385-1394 . - ISSN 1932-1031, Impact Factor: 4.102, Q2
2. PUŠKÁR, Michal - ŽIVČÁK, Jozef - TARBAJOVSKÝ, Pavol: Complex analysis of combustion and emission parameters of bio- renewable fuel mixtures in dual- fuel mode / - 2022. In: Biofuels Bioproducts and Biorefining. - Hoboken (USA) : John Wiley & Sons Roč. 16, č. 6 (2022), s. 1744-1760 . - ISSN 1932-1031, Impact Factor: 5.239, Q2
3. PUŠKÁR, Michal - ŽIVČÁK, Jozef - LAVČÁK, Matúš - ŠOLTÉSOVÁ, Marieta - KOPAS, Melichar: Analysis of combustion conditions for sustainable dual-fuel mixtures / - 2022. In: Sustainability. - Bazilej (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute Roč. 14, č. 21 (2022), s. [1-11] [online]. - ISSN 2071-1050 (online), Impact Factor: 3.889, Q2
4. PUŠKÁR, Michal - KOPAS, Melichar - ŠOLTÉSOVÁ, Marieta - TARBAJOVSKÝ, Pavol: Simulation model of advanced system for application of sustainable fuels / - 2022. In: International Journal of Simulation Modelling = IJSIMM. - Wolkersdorf im Weinviertel (Rakúsko) : DAAAM International Vienna Roč. 21, č. 2 (2022), s. 308-319 [print]. - ISSN 1726-4529, Impact Factor: 2.775, Q3
5. PUŠKÁR, Michal: Advanced system determined for utilisation of sustainable biofuels in high-performance sport applications / - 2022. In: Sustainability. - Bazilej (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute Roč. 14, č. 11 (2022), s. [1-11] [online]. - ISSN 2071-1050 (online), Impact Factor: 3.889, Q2
6. PUŠKÁR, Michal - TARBAJOVSKÝ, Pavol - LAVČÁK, Matúš - ŠOLTÉSOVÁ, Marieta: Marine ancillary diesel engine emissions reduction using advanced fuels / - 2022. In: Journal of Marine Science and Engineering. - Bazilej (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute Roč. 10, č. 12 (2022), s. [1-14] [online]. - ISSN 2077-1312, Impact Factor: 2.744, Q1
7. PUŠKÁR, Michal - TARBAJOVSKÝ, Pavol - ŠOLTÉSOVÁ, Marieta - KOPAS, Melichar: Environmental and energetic aspects concerning application of experimental fuels in high-powerful engines / - 2023. In: Heliyon. - Amsterdam (Holandsko) : Elsevier, Roč. 9, č. 3 (2023), s. [1-10] [online]. - ISSN 2405-8440, Impact Factor: 4.0, Q2
8. PUŠKÁR, Michal - ŽIVČÁK, Jozef - KOPAS, Melichar - TARBAJOVSKÝ, Pavol - LAVČÁK, Matúš: Complex analysis of power output and emission parameters of high-power motorcycles at application of advanced and sustainable fuels and their mixtures / - 2023. In: ACS Omega. - Washington (USA) : American Chemical Society Roč. 8, č. 7 (2023), s. 7085-7092 [online]. - ISSN 2470-1343, Impact Factor: 4.1, Q2
9. TARBAJOVSKÝ, Pavol - PUŠKÁR, Michal - SABADKA, Dušan: Simulation model of vehicle emission reduction exhaust system / - 2023. In: International Journal of Simulation Modelling = IJSIMM. - Wolkersdorf im Weinviertel (Rakúsko) : DAAAM International Vienna Roč. 22, č. 4 (2023), s. 679-689 [print]. - ISSN 1726-4529, Impact Factor: 2.9, Q3
10. PUŠKÁR, Michal - KOPAS, Melichar: Optimization of combustion strategy for application of sustainable fuels regarding elimination of vehicles emission footprint. In: International Journal of Low-Carbon Technologies. - Oxford (Veľká Británia) : Oxford University Press Roč. 19, č. 1 (2024), s. 952-963 - ISSN 1748-1317, Impact Factor: 2.4, Q2

Publikácie v zahraničných časopisoch registrovaných v databázach WOS alebo SCOPUS:

11. LAVČÁK, Matúš - PUŠKÁR, Michal - ŠOLTÉSOVÁ, Marieta - KOPAS, Melichar: Influence of fuel components on combustion process of homogeneous fuel mixture in the HCCI engine / - 2023. In: MM Science Journal. - Praha (Česko) : MM Publishing Roč. 2023-October (2023), s. 6686-6691 [print, online]. - ISSN 1803-1269, Impact Factor: 0.7
12. TARBAJOVSKÝ, Pavol - PUŠKÁR, Michal: The resonance expansion system for

emissions reduction of internal combustion engines / - 2023. In: Scientific Journal of Silesian University of Technology = Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej : Series Transport : Seria Transport. - Katowice (Poľsko) : Wydział Transportu Roč. 40, č. 119 (2023), s. 279-289 [print, online]. - ISSN 0209-3324, Impact Factor: 0.6

13. PUŠKÁR, Michal - KOPAS, Melichar: Advanced hybrid combustion systems as a part of efforts to achieve carbon neutrality of the vehicles. In: MRS Energy and Sustainability. - Londýn (Veľká Británia) : Springer Nature Roč. 11, č. 1 (2024), s. [1-13] - ISSN 2329-2229 , Impact Factor: 3.3, WOS, Q3

14. TARBAJOVSKÝ, Pavol - PUŠKÁR, Michal - FIL'IO, Milan: Advanced combustion chamber for hcci technology application. In: MM Science Journal. - Praha (Česko) : MM Publishing Roč. 2024-March (2024), s. 7256-7259 - ISSN 1803-1269, Impact Factor: 0.6, WOS, Q4

Vedecká monografia:

15. PUŠKÁR, Michal: Pokročilé technológie spaľovania a emisná problematika vozidiel / - 1. vyd. Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2023. - 63 s. [print]. - ISBN 978-80-553-4196-5

Uplatnenie výsledkov projektu

Počas riešenia projektu boli získané viaceré nové poznatky, ktoré boli prezentované na medzinárodnej úrovni a zároveň transformované do navrhnutých riešení s cieľom zvyšovania efektivity spaľovacieho procesu pohonných jednotiek vozidiel. Dôraz bol kladený aj na znižovanie emisií s využitím nových konštrukčných riešení a experimentálnych palív v reálnych motoroch. Boli dosiahnuté výrazne pozitívne výsledky pri redukcii regulovaných emisií experimentálnych vozidiel počas všetkých prevádzkových režimov motora. Výsledky výskumu získané počas riešenia projektu boli publikované vo viacerých zahraničných karentovaných časopisoch, kde nachádzajú medzinárodný citačný ohlas vo vedeckej komunite a zároveň predstavujú prínos k rozvoju inovácií v oblasti motorových technológií. Navrhnuté inovácie boli transformované do 5 patentových prihlášok, z ktorých jeden patent už bol udelený. Pri výskume a vývoji boli využité najmodernejšie materiály, technológie a postupy a výsledkom je okrem množstva vedeckých publikácií, patentovaných riešení aj niekoľko prototypov, ktoré by mohli byť uplatniteľné v priemyselnej praxi. Výskum a vývoj bol tiež implementovaný do pedagogického procesu, do výučby predmetu „Spaľovacie motory“, ktorá prebieha v študijných programoch „Energetické stroje a zariadenia“ a „Strojné inžinierstvo“ v slovenskom aj anglickom jazyku. V rámci projektových aktivít počas celej doby riešenia boli vypracované viaceré bakalárske, diplomové a dizertačné práce.

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

Primárnym cieľom projektu v súlade so stratégiou bol výskum a vývoj pokročilej technológie spaľovania s cieľom redukcie emisnej stopy automobilov, tak aby boli schopné plniť plánované emisné limity. Dôraz bol kladený aj na znižovanie emisií s využitím nových konštrukčných riešení a experimentálnych palív v reálnych motoroch. Bol vyvinutý „Systém tepelného riadenia spaľovacieho procesu homogénnej zmesi s využitím duálneho vstrekovania“ (udelený patent), ktorý je súčasťou konštrukčného návrhu experimentálneho motora. Pre spoľahlivý chod spaľovacieho motora využívajúci systém spaľovania homogénnej zmesi je potrebná zmena spaľovacieho priestoru. Bola preto vykonaná komplexná analýza tejto problematiky a pri zohľadnení všetkých doterajších poznatkov, analýz a výsledkov experimentov bol navrhnutý „Systém spaľovacej komory s využitím kompresného efektu plameňa a duálnej hustoty paliva“, ktorý je zaregistrovaný ako patentová prihláška. Medzi výsledky výskumu, ktoré vznikli počas riešenia projektu možno zaradiť „Rezonančný expanzný systém na znižovanie emisií spaľovacích motorov“. Navrhnuté riešenie sa vyznačuje kompaktnosťou a prispieva k riešeniu problematiky spaľovania homogénnej palivovej zmesi. Medzi ďalšie zásadné výsledky realizovaného výskumu možno zaradiť „Systém duálneho výfukového potrubia pre optimalizáciu spaľovacieho procesu“, ktorého princíp bol publikovaný v zahraničnom karentovanom

časopise a zároveň je predmetom patentovej prihlášky. Keďže projekt bol zameraný na redukciiu emisnej stopy, boli tiež realizované experimenty orientované na vplyv udržateľných zdrojov energie na znižovanie emisnej stopy z vozidiel a na ochranu životného prostredia. Podrobnejšie výsledky boli predmetom publikácie v zahraničnom karentovanom časopise „Biofuels Bioproducts and Biorefining“. Medzi prínosy projektu možno zaradiť aj viaceré popularizačné aktivity. Možno konštatovať, že stanovené ciele boli splnené v plnom rozsahu.

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

The primary goal of this project, in accordance with the strategy, was research and development of the advanced combustion technology aimed at reducing the emission footprint of motor cars so that they will be able to meet the planned future emission limits. Emphasis was also placed on reducing emissions with the use of new design solutions and experimental fuels in the real engines. The "Thermal control system of the combustion process of a homogeneous mixture using dual injection" was developed (granted patent), which is a part of design proposal of the experimental engine. For the reliable operation of an internal combustion engine using a system of homogeneous mixture combustion system, a change in the shape of combustion chamber is necessary. Therefore, a comprehensive analysis of this issue was carried out and, taking into consideration all the previous knowledge, analyses and experimental results, was developed the innovative "Combustion chamber system using the flame compression effect and dual fuel density", which is registered as a patent application. The "Resonant expansion system for reduction of combustion engine emissions" can be included among the research results that arose during solution of the project. The proposed solution is characterized by its compactness and contributes to solving the problem of homogeneous fuel mixture combustion. The other fundamental result of the performed research is the "System of dual exhaust pipe for optimization of the combustion process", the principle of which was published in a foreign peer-reviewed CCC-journal and it is also the subject of a patent application. Since the project was aimed at reducing the emission footprint, experiments were also carried out focused on the impact of sustainable energy sources on reducing the emission footprint from vehicles and on protecting the environment. More detailed results of the research were the subject of publishing in the foreign peer-reviewed CCC-journal "Biofuels, Bioproducts and Biorefining". Several popularization activities can also be included among the benefits of this project. It can be concluded that the set goals of the project were met in full.