



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-17-0006**Preplňovaný spaľovací motor s pohonom na syntézne plyny z obnoviteľných zdrojov energie**Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Marián Polóni, CSc.**

Prijemca

Slovenská technická univerzita v Bratislave - Strojnícka fakulta

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Názov pracoviska: Strojnícka fakulta STU v Bratislave

Riešený projekt: APVV-17-0006 - Preplňovaný spaľovací motor s pohonom na syntézne plyny z obnoviteľných zdrojov energie.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

žiadne

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

žiadne

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

ACB CHRÍBIK, Andrej - POLÓNI, Marián. Prúdenie plynov v potrubnom systéme spaľovacieho motora. 1. vyd. Bratislava : Nakladateľstvo STU, 2021. 158 s., 85 obr., 2 tab. ISBN 978-80-227-5093-6.

ADM POLÓNI, Marián - CHRÍBIK, Andrej. Low-Energy Synthesis Gases from Waste as Energy Source for Internal Combustion Engine. In SAE International Journal of Engines. Vol. 13, iss. 5 (2020), s. 633-648. ISSN 1946-3936 (2019: 1.058 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: WOS: 000605552500003.

ADN CHRÍBIK, Andrej - POLÓNI, Marián - MINÁRIK, Matej. Influence of Selected Synthesis Gas Component on Internal Parameters of Combustion Engine. In Strojnícky časopis = Journal of Mechanical engineering. Roč. 69, č. 4 (2019), s. 25-32. ISSN 0039-2472 (2019: 0.247 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85077128864.

ADN CHRÍBIK, Andrej - POLÓNI, Marián - MINÁRIK, Matej. Use of Methane-Free Synthesis Gases as Fuel in an Spark Ignition Combustion Engine. In Strojnícky časopis = Journal of Mechanical engineering. Roč. 70, č. 2 (2020), s. 37-48. ISSN 0039-2472 (2019: 0.247 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85099090519.

AFC CHRÍBIK, Andrej - POLÓNI, Marián - MINÁRIK, Matej. Mixture of methane and carbon monoxide as fuels for the cogeneration unit. In KOKA 2019 : proceedings of the 50th International Scientific Conference of Czech and Slovak Universities and Institutions Dealing with Motor Vehicles and Internal Combustion Engines Research. 1. vyd. Brno : MENDELU, 2019, S. 102-109. ISBN 978-80-7509-668-5.

- AFC CHRÍBIK, Andrej - POLÓNI, Marián - MINÁRIK, Matej - MITROVIČ, Radivoje - MIŠKOVIČ, Žarko. The effect of inert gas in the mixture with natural gas on the parameters of the combustion engine. In Computational and experimental approaches in materials science and engineering. 1. vyd. Cham : Springer, 2020, S. 410-426. ISBN 978-3-030-30852-0. V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85073200682.
- AFC CHRÍBIK, Andrej - POLÓNI, Marián - MINÁRIK, Matej - ŠLAUKA, Michal. Influence of methane-free synthesis gases on internal parameters of combustion engine. In KOKA 2020 proceedings [elektronický zdroj]. 1. vyd. Praha : Czech Technical University, 2020, S. 92-100, CD ROM. ISBN 978-80-01-06744-4.
- AFC MINÁRIK, Matej - CHRÍBIK, Andrej - POLÓNI, Marián. Modelling of synthesis gas engine for cogeneration unit. In KOKA 2019 : proceedings of the 50th International Scientific Conference of Czech and Slovak Universities and Institutions Dealing with Motor Vehicles and Internal Combustion Engines Research. 1. vyd. Brno : MENDELU, 2019, S. 124-134. ISBN 978-80-7509-668-5.
- AFC POLÓNI, Marián - CHRÍBIK, Andrej - MINÁRIK, Matej - ŠLAUKA, Michal. Combustion engine powered by methane-free synthesis gases. In KOKA 2020 proceedings [elektronický zdroj]. 1. vyd. Praha : Czech Technical University, 2020, S. 102-109, CD ROM. ISBN 978-80-01-06744-4.
- AFD POLÓNI, Marián - CHRÍBIK, Andrej - LACH, Ján. Synthesis gases and parameters combustion engine. In KOKA 2018 : scientific proceedings of the 59. international conference, Nitrianske Rudno, 19.-21.9.2018. 1. vyd. Nitra : Slovak University of Agriculture, 2018, S. 44-51. ISBN 978-80-552-1880-9.
- AFG CHRÍBIK, Andrej - POLÓNI, Marián - MINÁRIK, Matej - MITROVIČ, Radivoje - MIŠKOVIČ, Žarko. The effect of carbon dioxide and nitrogen in mixture with natural gas on the parameters of the combustion engine. In CNN TECH 2019 [elektronický zdroj] : the book of abstracts International Conference of Experimental and Numerical Investigations and New Technologies, Zlatibor, Srbsko, 2.7.-5.7. 2019. 1. vyd. Belehrad : Innovation Center of Faculty of Mechanical Engineering, 2019, S. 28. ISBN 978-86-6060-009-9.

Uplatnenie výsledkov projektu

Projekt analyzuje 25 plyných alternatívnych palív - syntéznych plynov vyrobených z odpadov ako zdroja pohonu spaľovacieho motora resp. kogeneračnej jednotky. Bol zameraný na zvýšenie kvality výskumu a vývoja v oblasti zhodnocovania domácej surovínovej základne využívaním obnoviteľných zdrojov energie, kde pre účely projektu sme radili predovšetkým biomasu a komunálny odpad. Využívanie biomasy a odpadov na ich dokonalejšie energetické zhodnotenie cestou kombinovanej výroby elektrickej energie a tepla (KVET) je v súlade s vládou SR schválenými prioritami v rámci stratégie pre oblasť výskumu a vývoja uvedenej v dokumente: „Poznatkami k prosperite – Stratégia výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu Slovenskej republiky (RIS3)“.

1. Projekt svojimi výsledkami poskytuje know-how pre riešenie úloh spojených s energetickým zhodnocovaním odpadov, cestou napr. regionálneho využívania syntéznych plynov z nich vyrobených, ako paliva pre priemyselné spaľovacie motory resp. kogeneračné jednotky. Poukazuje na možnosť namiesto skládkovania zvýšiť podiel využitia odpadov (Waste to Energy, WtE) na ich transformáciu na elektrinu a teplo t.j. na ich transformáciu na čistú energiu.

2. Využitelnosť získaných výsledkov v praxi. Projekt bol zameraný na aplikovaný výskum v oblasti získavania nových poznatkov z aplikácií alternatívnych palív – syntéznych plynov pre spaľovacie motory. Zloženie plynov odpovedalo predovšetkým technológiám splynovania komunálneho odpadu (KO). V súčasnosti sa ale v SR uprednostňuje nevhodné skládkovanie KO. Len vytriedená časť KO sa u nás energeticky zhodnocuje klasickým spaľovaním v spaľovniach v Bratislave a v Košiciach, čo predstavuje asi 14 % celkového množstva KO. Projekt svojimi doterajšími výsledkami poukazuje na výhody energetického zhodnocovania technológiami splynovania odpadov. Pri vhodnom nastavení týchto procesov sa získavajú plyny ktoré sa spaľujú s efektívnou účinnosťou blízkou účinnosti spaľovania metánu resp. zemného plynu v kogeneračnej jednotke.

3. Uplatnenie získaných výsledkov projektu je možné zhrnúť nasledovne:

a) Výsledky projektu pomáhajú podnikom z praxe orientovať sa v potrebnej optimalizácii spaľovacieho motora pre dosahovanie efektívneho zhodnotenia alternatívnych palív vyrobených z obnoviteľných zdrojov energie – odpadov.

- b) V zmysle stratégie RIS3 výsledky projektu podporujú cestu energetického zhodnocovania napr. komunálnych odpadov, cestou ich transformácie na elektrickú a tepelnú energiu v kogeneračných jednotkách, namiesto ich skládkovania.
- c) Výsledky projektu sú prostredníctvom domácich a zahraničných publikácií prístupné širokej priemyselnej a spoločenskej praxi a dávajú orientáciu o možných dosahovaných výkonových a ekonomických parametroch kogeneračných jednotiek.
- d) Analýza syntéznych plynov podporovaná projektom prispela ku komplexnému pohľadu na vhodnosť technológií splynovania odpadov, ktoré pomáhajú vo všeobecnosti riešiť zložitý problém odpadov v životnom prostredí.

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

Výsledky riešenia projektu môžeme zhrnúť nasledovne:

1. V projekte je analyzovaný vplyv 25 syntéznych plynov s hmotnostnou dolnou výhrevnosťou paliva od 5 do 18 MJ.kg⁻¹ na celkové parametre spaľovacieho motora. Spaľovací motor je zdroj pohonu kogeneračnej jednotky. Preto sa posudzovali parametre motora predovšetkým pri otáčkach 1500 1/min a jeho plnom zaťažení. Pre komplexnejšie posúdenie vplyvu syntéznych plynov na celkové parametre motora sa tieto merali aj v širšom otáčkovom rozsahu a jeho plnom zaťažení. Výkon resp. moment točivý spaľovacieho motora s pohonom na syntézne plyny rastie lineárne s narastajúcou objemovou výhrevnosťou stechiometrickej zmesi týchto plynov so vzduchom. Pokles výkonu oproti metánu bol pri plnom zaťažení nepreplňovaného motora a otáčkach 1500 1/min v rozsahu 5 až 33 %. Pri preplňovanom motore bol tento pokles výkonu od 8 do 39 %. Pri plynoch s etánom výkonové parametre rástli do 4%.
2. Hodinová spotreba týchto plynov narastá lineárne s klesajúcou hmotnostnou výhrevnosťou syntézneho plynu (paliva) a naopak. Spotreba spaľovacieho motora pri spaľovaní syntéznych plynov pri plnom zaťažení motora a otáčkach 1500 1/min. v porovnaní so spaľovaním metánu narástla 5 až 8 násobne. U preplňovaného motora to bolo 2 až 7 násobne.
3. Efektívna účinnosť spaľovacieho motora pri jeho plnom zaťažení a otáčkach 1500 1/min. a pri spaľovaní syntéznych plynov bez etánu poklesla v rozsahu 0,3 až 10 % oproti spaľovaniu metánu (33 %). U preplňovaného motora bol pokles v rozsahu od 1,6 do 7,3 % oproti účinnosti 36 % pri spaľovaní metánu. V prípade plynov ktoré obsahovali aj etán účinnosť bola na úrovni spaľovania metánu.
4. Analyzované syntézne plyny sú nízko-energetické palivo, ale rozhodne nie aj nízko-kvalitné palivo nakoľko jeho výhrevnosť zmesi, ktorá rozhodujúcou mierou ovplyvňuje výkonové parametre motora, v porovnaní s metánom klesla len o 2 až 21 %.
5. Podľa doterajších meraní autorov, pri poklese množstva inertných plynov (N₂ + CO₂) pod hodnotu 25 obj. % a pri súčasnom náraste objemu vodíka nad 20 obj. % a nulovom zastúpení metánu, začína v spaľovacom motore dochádzať k prejavom abnormálneho spaľovania (detonačné spaľovanie, spätné zapálenie zmesi v sacom potrubí). Je preto potrebné, aby nízkoenergetické plyny bez obsahu metánu obsahovali minimálne 25 a viac obj. % inertných plynov.
6. Ciele projektu pokladá riešiteľský kolektív za splnené, resp. prekročené nakoľko navyše okrem preplňovaného motora experimentálne overoval vplyv danej skupiny syntéznych plynov na výkonové a ekonomické parametre aj u nepreplňovaného motora.

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

The results of the project solution can be summarized as follows:

1. The project analyses the influence of 25 synthesis gases with mass lower calorific value of fuel from 5 to 18 MJ/kg on the overall parameters of the internal combustion engine. The internal combustion engine is the source of drive of a cogeneration unit. Therefore, the engine parameters have been preferably assessed at full load at 1500 rpm. For a more comprehensive assessment of the effect of the synthesis gases on the overall parameters of the engine, the parameters were measured at full load also within a wider speed range. The power, or the torque, of the engine powered by synthesis gases has increased linearly with increasing volumetric calorific value of the stoichiometric mixture of the gases with air. The

drop in the power gained from this mixture against the power gained from methane in the non-supercharged engine at full load at 1500 rpm has occurred in the range 5 - 33 %. In the supercharged engine, the drop of the power has occurred in the range 8 - 39 %. For gases with ethane the power parameters have increased up to 4% compare to methane. 2. The hourly consumption of these gases increases linearly with decreasing calorific value of synthesis gas (fuel) and vice versa. Compared to methane combustion, the consumption of the combustion engine burning synthesis gases at full engine load and at the speed 1500 rpm increases 5 - 8 times. For a supercharged engine, the consumption increases 2 - 7 times. 3. The effective efficiency of the internal combustion engine at full load and at speed of 1500 rpm, combusting ethane-free synthesis gases, has decreased between 0.3 - 10%, compared to effective efficiency when burning methane (33%). For supercharged engine, the decrease has ranged between 1.6 - 7.3%, compared to 36% effective efficiency in methane combustion. In the case of gases that include also ethane, the efficiency has been at the level of methane combustion. 4. The analysed synthesis gases are a low-energy fuel, but certainly not a low-quality fuel, as its calorific value of mixture, which decisively affects the engine performance parameters, has decreased by only 2 - 21%, compared to methane. 5. The previous measurements performed by the authors have shown that when the amount of inert gases ($N_2 + CO_2$) falls below the value of 25 vol. % with the volume of hydrogen at the same time risen above 20 vol. % and methane not present, abnormal combustion (detonation combustion, re-ignition of the mixture in the intake manifold) begins to occur in the internal combustion engine. Therefore, it is necessary that low-energy methane-free gases contain at least 25 and more vol. % of inert gases. 6. The research team considers the goals of the project fulfilled, even extended as, in addition to the experiments on supercharged engine, the team has performed experiments verifying the influence of the given group of synthesis gases on the power and economic parameters also on the non-supercharged engine.