



Termochemická konverze paliv a využití plynu v KGJ

Jan KIELAR^{1,}, Václav PEER¹, Jan NAJSER¹, Jaroslav FRANTÍK¹*

¹ Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Centrum ENET,
17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava -Poruba, Česká republika

* **Email:** jan.kielar@vsb.cz

Tento článek se zabývá termochemickou konverzí paliv v pyrolýzní jednotce, umístěné v technologickém centru v Ostravě (TCO), PYROMATIC 250. Popisuje, jak probíhá konverze v jednotce. U všech pyrolyzních produktů bylo následně stanoveno jejich složení. Celý proces pyrolýzy byl řízen tak, aby se plyn následně dal využít v KGJ. Plyn po předčištění pokračoval do čističky plynu. Tento plyn byl poté uskladněn v hlubinném zásobníku a následně spálen na havarijním hořáku plynu.

Klíčová slova: pyrolýza, termogravimetrie, měření hmotnostního úbytku

1 Úvod

V současnosti s rozvojem životní úrovně se zvyšuje celosvětově spotřeba elektrické energie a zároveň pomalu ubývají zdroje fosilních paliv. Jednou z alternativ je využití biomasy pro termochemickou konverzi. Zde byla využita pyrolýza a jako palivo pelety z fytomasy.

Jedná se o zajímavou alternativu k využití fosilních paliv. Další výhodou je, že se jedná o místní zdroje, proto je jejich doprava výhodnější a nezatěžuje tolik životní prostředí. Zároveň se jedná o palivo, které je cenově dostupné resp. se může jednat o odpad bez dalšího významnějšího využití.[1]

2 Popis pyrolýzní jednotky PYROMATIC 250

Proces pyrolýzy probíhal v pyrolýzní jednotce PYROMATIC 250. Jedná se o kontinuální jednotku. Pohyb materiálu uvnitř retorty zajišťuje šnek. Jednotka je otápěna pomocí dvou hořáků na zemní plyn. Tato jednotka je určena především pro poloprovozní testování s cílem zjistit, zda je zvolené palivo vhodné k provozu v tomto typu jednotky. [2]

3 Vlastnosti vstupního materiálu

Vstupní materiál – 8mm pelety ze sena z lokality Podmoklany, viz obrázek č 1. Samotný materiál byl podroben základním laboratorním a fyzikálně chemickým analýzám. Elementární složení bylo stanoveno pomocí Rentgenový fluorescenční spektrometr Spectro



Xepos (XRF). Obsah celkové vody v původním vzorku byl laboratorně stanoven pomocí termogravimetrického analyzátoru TGA 701 na 9,5 hm. %.



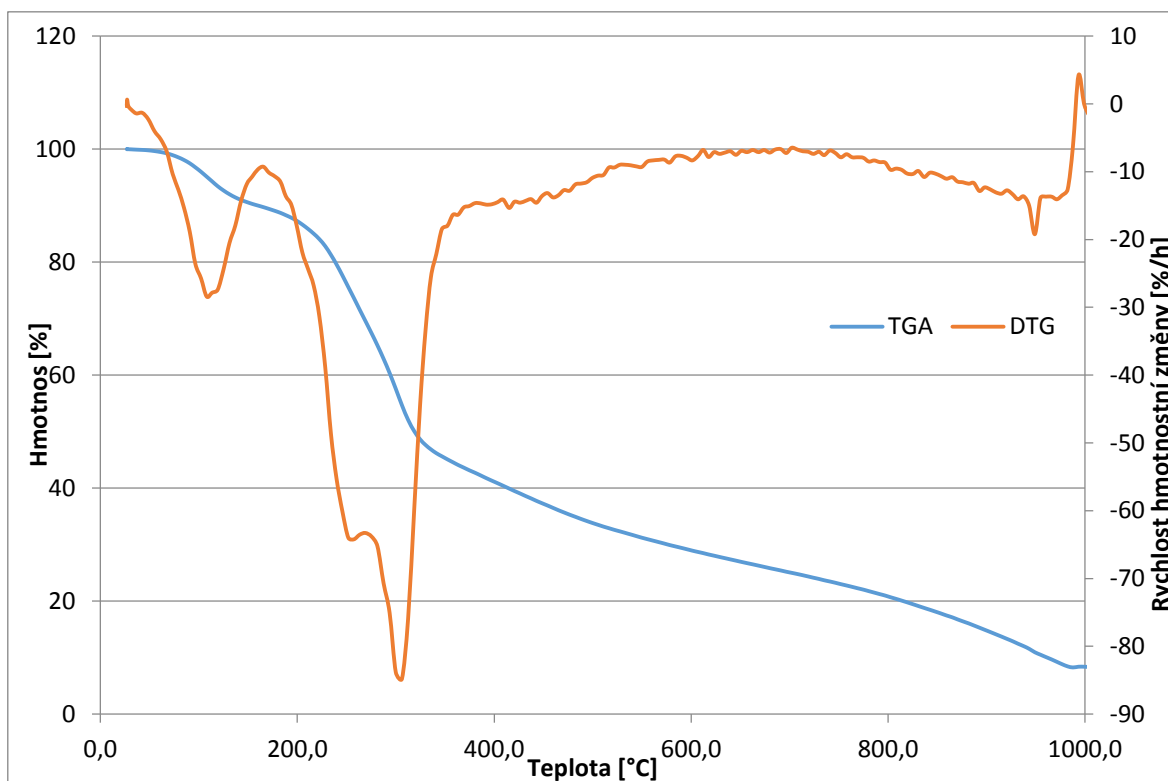
Obr. č. 1: Vstupní materiál.

Laboratorně byly stanoveny následující parametry:

- Spalné teplo: 16,999 MJ/kg
- Výhřevnost v původním vzorku: 14,021 MJ/kg
- Prchavá hořlavina: 65,7 hmot. %.

Tabulka č. 1: Složení vstupního materiálu.

Složka	C	H	S	N	O	Voda	Popel
Podíl hm. (%)	40	5,52	0,01	1,33	36	9,5	7,6



Graf č. 1: TGA a DTG - křivka.

Parametry testu byly zvoleny na základě termogravimetrické křivky, energetické náročnosti, granulometrie a hustoty vzorku takto:

- Doba zdržení materiálu: Od vsázky až po extrakci ~ 130 minut.
- Teplota procesu: 430 °C
- Maximální teplota ve středu vsázky: 437,7 °C
- Hmotnost vsázky: 936,4 g

4 Parametry testu

Parametry testu byly zvoleny s ohledy na nejlepší využití vstupního paliva a s co nejmenšími nároky na energii, kterou musíme dodat do jednotky PYROMATIC 250. Dle předchozích zkušeností s provozem jednotky a pomocí TGA křivky jsme zvolili vhodnou teplotu a dobu setrvání vsázky v procesu

- Teplota procesu 430 °C
- Doba zdržení cca 1 h
- Tlak v reaktoru 0,1 kPa

5 Hmotnostní bilance a složení produktů

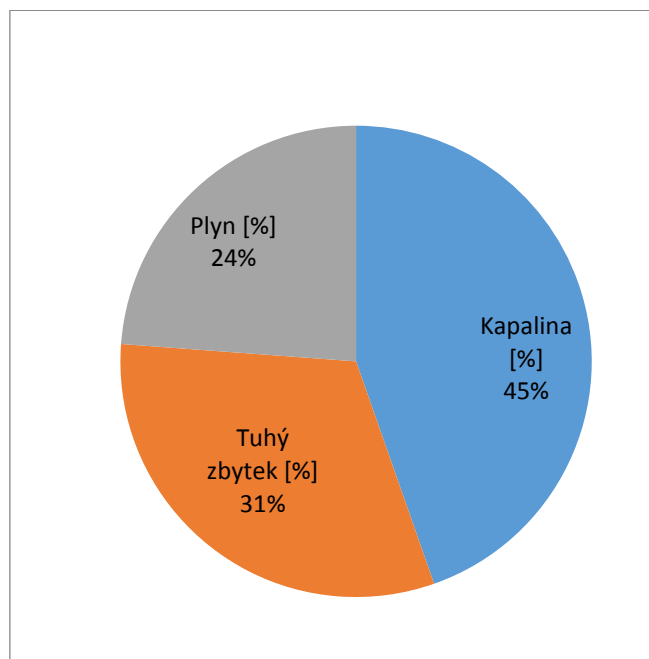
Jeden z důležitých parametrů, které sledujeme při vyhodnocování procesu pyrolýzy, je hmotnostní bilance, která je uvedena v grafu č. 2. V tabulce č. 2. jsou zaznamenány množství jednotlivých produktů k 1 kg vsázky.



Tabulka č. 2: Výtěžnost jednotlivých frakcí.

Frakce	
Kapalina	446,62 g
Plyn	0,106 m ³
Tuhý zbytek	315,4 g

Jednotlivé zastoupení produkovaných složek je možné sledovat na grafu uvedeném níže:



Graf č. 2: Produkty při procesní teplotě 430 °C.

5.1 Tuhý zbytek

Tuhý zbytek se převážně skládá z uhlíku - viz obr. č. 2. Jeho složení bylo stanoveno pomocí XRF analýzy, které je uvedeno v tab. č. 3. Tento hotový produkt byl pyrolytický a ihned po jeho vyprodukování musel být ukládán do plechových 200 l sudů i s kousky suchého ledu, nutného pro inertizaci. Po odpaření suchého ledu byly sudy hermeticky uzavřeny. Tento produkt lze využít jako zdroj energie, ke zkvalitnění půdy, nebo jako sorbent. Z energetického hlediska je možno tento produkt využít místo paliva, např. jako náhradu za uhlí, které je velice podobné. Jediná komplikace, která by se mohla objevit při spalování, že již při teplotě 815 °C došlo k sintraci popela viz obr. č. 3. Toto je způsobené především obsahem draslíku a dalších alkalických kovů, které obsahuje vstupní biomasa. [3,5]



Obr. č. 2: Tuhý zbytek.

Tab. č. 3: Složení tuhého zbytku.

C ^r [hm.%]	H ^r [hm.%]	S ^r [hm.%]	N ^r [hm.%]	O ^r [hm.%]	W ^r [hm.%]	A ^r [hm.%]	Q _s ^r [MJ/kg]
64,1	5,54	0,24	1,98	7,8	0,9	22,6	26,1



Obr. č. 3: Spečený popel při teplotě 815 °C v žíhací peci.



5.2 Kapalina

Kapalná fáze obsahuje ze 70 % vodu, proto se při analýze oddělila vodní fáze od olejovité. Složení olejovité části je uvedeno v následující tabulce č. 4. Analýza kapalné fáze se skládá ze dvou samostatných částí - elementární analýzu a kalorimetrickou analýzu.

Tab. č. 4. Složení olejovité části kapaliny

C ^r [hm.%]	H ^r [hm.%]	S ^r [hm.%]	N ^r [hm.%]	W ^r [hm.%]	Q _s ^r [MJ/kg]
49,97	9,22	0,65	0,81	1,1	23,7

5.3 Plyn

Složení plynu bylo stanoveno pomocí online analyzátorů, které jsou umístěny v TCO. Jedná se o složení plynu za posledním chladičem. Zde je plyn odváděn přes systém zachycení dehtů, pomocí odkalovací nádoby a tkaninového filtru. Složení tohoto plynu je uvedeno v tab. č. 5. V plynu bylo následně po vyčištění změřeno množství dehtů pomocí tzv. Tar protocolu a jeho množství je v tab. č. 6.

Tab. č. 5: Složení plynu.

CO [obj.%]	CO ₂ [obj.%]	CH ₄ [obj.%]	H ₂ [obj.%]	C ₂ -C ₄ [obj.%]	Ostatní [obj. %]
13	36	8	2	35	7

Tab. č. 6: Obsah dehtů v plynu.

Měření	Obsah dehtů [mg/m ³]
1	75,34
2	74,22

6 Možnosti využití plynu

Takto vyrobený plyn je vhodný k využití pro provoz KGJ. Požadavky na čistotu plynu pro pístové spalovací motory jsou uváděny až 100 mg/m³ dehtů v závislosti na výrobci. Tyto parametry jsme schopni dodržet již se současným systémem čištění plynu. Výhřevnost plynu pro jejich provoz se uvádí již od 4,5 MJ/m³. V případě nižší výhřevnosti anebo naopak při příliš vysoké výhřevnosti, jej můžeme smísit se zemním plynem, nebo inertním dusíkem. [2,4]

7 Závěr



Na základě měření a jeho výsledků můžeme říci že, pyrolýzní plyn vyrobený v pyrolýzní jednotce lze využít pro provoz KGJ s motorem MAN o výkonu 100kW_e, která je instalována v TCO. Do budoucna se předpokládá s využitím KGJ při dlouhodobějším provozu pyrolýzní jednotky. Při těchto testech bude ještě zapotřebí zautomatizovat ukládání plynu do hlubinných zásobníků, které jsou v současnosti ovládány ručně.

O kvalitě vyčištěného plynu můžeme říci, že z hlediska obsahu dehtů je dostačující pro využití v naší KGJ. Pro případné využití např. v palivových člancích by bylo potřeba zejména odstranit sloučeniny síry, chlóru TZL... na požadované parametry. Tyto parametry jsou řádově přísnější než pro provoz pístových spalovacích strojů.

Samotný provoz pyrolýzní jednotky i systému čištění plynu byl při využití tohoto paliva bezproblémový a proto můžeme konstatovat, že je vhodné pro takového využití.

Poděkování

Článek vznikl za podpory Projektu TH02020032/Vývoj technologie pro čištění a úpravu syntézních plynů je řešen s finanční podporou TA ČR.

Použitá literatura

[1] Nguyen, V. N. and Blum, L. (2015), Syngas and Synfuels from H₂O and CO₂: Current Status. *Chemie Ingenieur Technik*, 87: 354–375. doi:10.1002/cite.201400090

[2] FRANTÍK, Jaroslav. Návrh využití plynu z pyrolýzní jednotky pro výrobu elektrické energie. Ostrava, 2015. Disertační práce. VŠB - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Dagmar Juchelková

[3] KIELAR, J. Vypracujte návrh řešení čištění teplosměnných ploch u kotlů na spalování biomasy: Bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra energetiky, 2014, 43 s. Vedoucí práce: Dr. Ing. Bohumír Čech.

Formátování textu

[4] M. Baratieri, P. Baggio, B. Bosio, M. Grigiante, G.A. Longo, The use of biomass syngas in IC engines and CCGT plants: A comparative analysis, In *Applied Thermal Engineering*, Volume 29, Issue 16, 2009, Pages 3309-3318, ISSN 1359-4311,

[5] S.P. Sohi, E. Krull, E. Lopez-Capel, R. Bol, Chapter 2 - A Review of Biochar and Its Use and Function in Soil, In *Advances in Agronomy*, Academic Press, Volume 105, 2010, Pages 47-82, ISSN 0065-2113, ISBN 9780123810236,