



národní
úložiště
šedé
literatury

Komerční provoz vícestupňového zplyňovacího generátoru GP750.

Skoblia, S.
2016

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-263096>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 27.07.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .

Komerční provoz vícestupňového zplyňovacího generátoru GP750

Siarhei SKOBLIA^{1,*}, *Zdeněk BEŇO*¹, *Jiří BRYNDA*¹, *Michael POHOŘELÝ*^{2,3}, *Ivo PICEK*⁴

¹ Ústav plynárenství, koksochemie a ochrany ovzduší, VŠCHT Praha, Technická 5, Praha 166 28 Praha 6

² Ústav chemických procesů AV ČR, v. v. i., Rozvojová 1/135, 165 02 Praha 6–Suchbát

³ Ústav energetiky, VŠCHT Praha, Technická 5, Praha 166 28 Praha 6

⁴ TARPO s.r.o., Pražská 346, Kněžves 270 01

* **Email:** skobljas@vscht.cz

Príspevek je venován stručnému popisu stavu vývoje vícestupňového zplyňovacího generátoru GP750 a zkušenostem s jeho provozem v rámci komerčních instalací v České republice a na Slovensku.

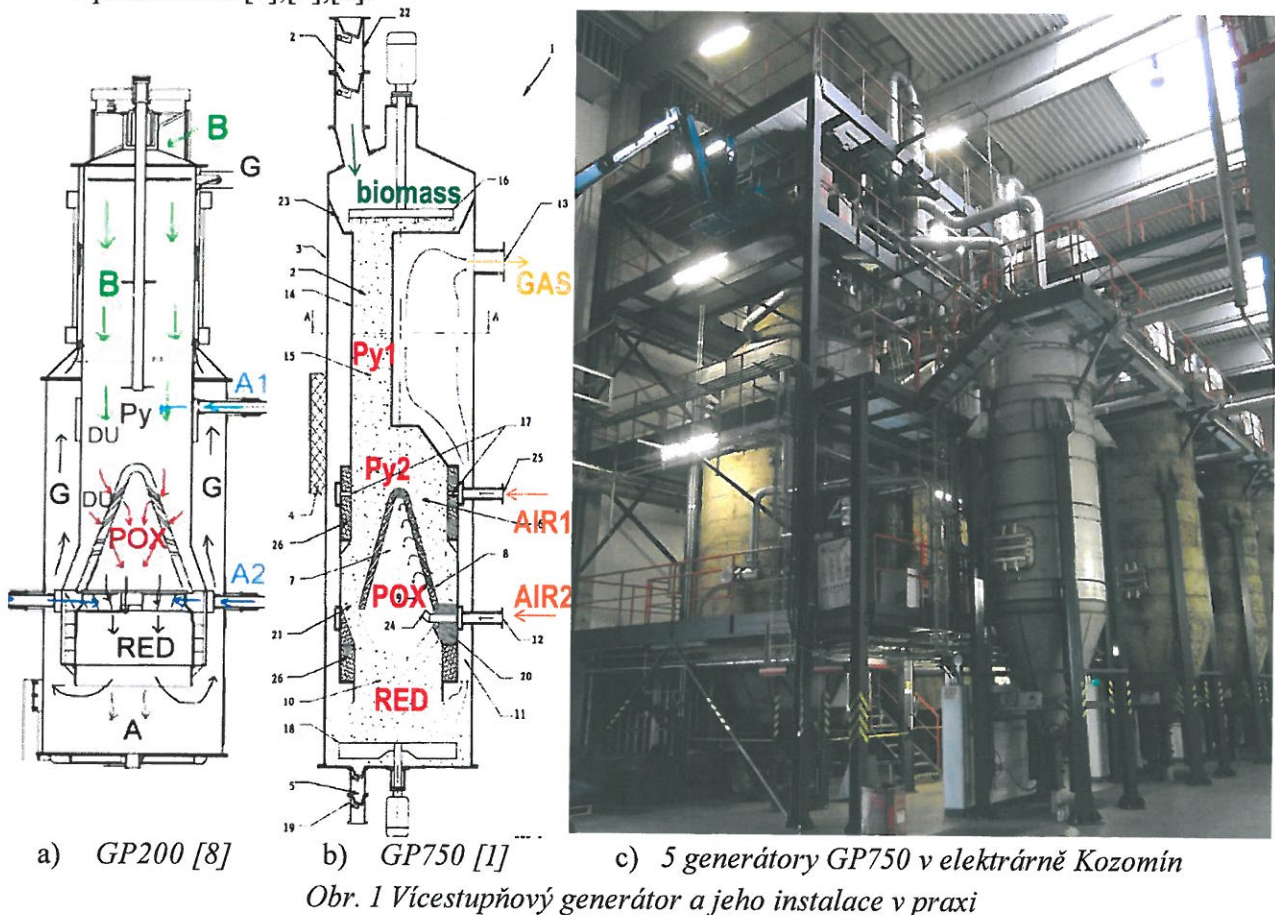
Klíčová slova: vícestupňový generátor, zplyňování biomasy

1 Úvod

Vícestupňové zplyňování biomasy využívající prostorového oddělení procesů pyrolýzy, parciální oxidace a zplyňování uhlíkatého zbytku do různých částí generátoru má oproti běžným zplyňovacím postupům značné výhody. V pyrolýzní části generátoru vzniká působením externího tepla reaktivní uhlíkatý zbytek a uvolňuje se prchavá hořlavina – hlavní zdroj dehtu v plynu. Tato prchavá hořlavina je ihned oxidována v parciálně oxidační komoře vzduchem za vzniku směsi plynů (CO_2 , H_2O , CO) o vysoké teplotě (1200 až 1400 °C) dále reagujících s uhlíkatým zbytkem v redukční části generátoru za vzniku hořlavého plynu s nízkým obsahem dehtu. Nejúspěšnějším a nejznámějším příkladem je generátor Viking o tepelném výkonu 75 kW vyvinutý na DTU v roce 2000, který už tehdy ukázal převahu vícestupňového zplyňování nad procesy prováděnými v generátorech s pevným nebo fluidním ložem. Pyrolýza byla realizována ve šnekovém pyrolýzéro ohříváném předeřhřátými spaliny ze spalovacího motoru. V roce 2004 byla firmou WEISS A/S a COWI A/S zahájena realizace prvního komerčního projektu Vikingu o elektrickém výkonu 200 kW (Hadsund, Jylland, DK). Zvyšování výkonu (tzv. „scale up“) Vikingu však ukázalo i na jeho hlavní problematickou část – šnekový pyrolýzér. Právě jeho složitost, provozní spolehlivost a s tím spojené požadavky na kvalitu paliva jsou hlavními překážkami úspěšné komercializace [6]. Přesto v roce 2010 firma WEISS zahájila stavbu zařízení s elektrickým výkonem 500 kW umístěného v lokalitě Hillerød (okres Copenhagen, DK), jehož osud není autorům známý [6]. Problém s přestupem tepla v aloterním pyrolýzéro lze obejít použitím autotermní pyrolýzní jednotky, ve které je potřebné teplo uvolňováno spalováním části paliva vzduchem. Podobný koncept realizovala ve svém pětistupňovém generátoru firma TK Energi A/S. Nevýhodou je určité snížení účinnosti výroby studeného plynu (η_{ce}), ale to je kompenzováno zjednodušením konstrukce generátoru. Podrobnější popis vývoje vícestupňových generátorů, jejich vzájemné srovnání z hlediska účinnosti, kvality produkovaného plynu a provozní spolehlivosti je uveden v předchozích publikacích autorů věnovaných této problematice [7],[8].

2 Vícestupňové generátory české výroby

V roce 2010 firma TARPO s.r.o. (viz Obr. 1a) vypracovala vlastní koncept vícestupňového zplyňování biomasy, který kombinuje jak aloterní, tak i autoterní ohřev biomasy (B) v pyrolýzní části generátoru (Py). Realizace parciálně-oxidační komory (POX) je zajištěna pomocí speciálního keramického kuželu umístěného do vnitřního prostoru generátoru. Konstrukce generátoru a vlastnosti použitých materiálů patří k „know-how“ firmy TARPO s.r.o.[1]. V pyrolýzní části generátoru (Py) nastává ohřev vysušeného dřeva na teplotu 450 °C až 550 °C jak pomocí tepla předaného plynem (G), tak i tepla uvolněného při spalování části biomasy (B) přívodem primárního vzduchu (A1). Díky tomu vzniká dřevěné uhlí (DU) a prchavá hořlavina. V POX komoře nastává dokonalé mísení uvolněné prchavé hořlaviny s přiváděným zplyňovacím vzduchem (A2), kdy se v důsledku intenzivního spalování zvyšuje teplota nad hodnotu 1100 °C. Horké plyny obsahující převážně CO₂, CO, H₂O a CH₄ dále vstupují do kontaktu s redukčním uhlíkovým ložem (RED), do kterého se sype DU. Plyn prochází roštem a pláštěm generátoru, kde předává přes stěnu vnitřního pláště teplo palivu v pyrolýzní části (Py). Generátor má kompaktní konstrukci a jeho podrobnější popis je uveden v publikacích [7],[8],[9].



a) GP200 [8]

b) GP750 [1]

c) 5 generátory GP750 v elektrárně Kozomín

Obr. 1 Vícestupňový generátor a jeho instalace v praxi

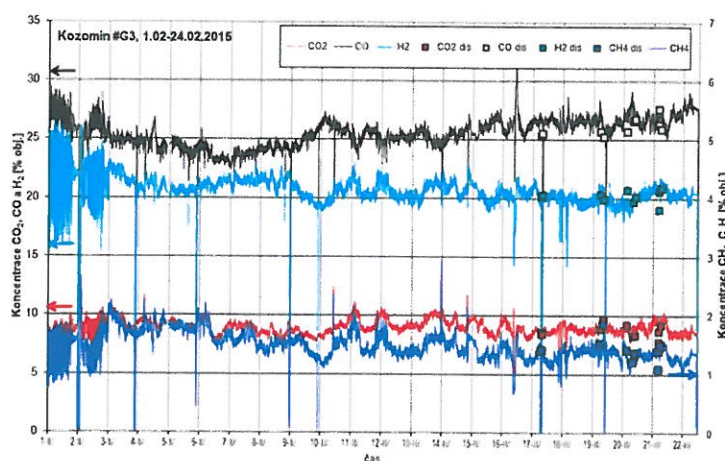
Koncem roku 2011 byl postaven a úspěšně zprovozněn prototyp dvoustupňového generátoru GP200 (viz Obr. 1a) o maximálním elektrickém výkonu 200 kW [5]. Provozní výsledky byly natolik slibné, že už v roce 2011 zahájily společnosti Tarpo s.r.o. společně s AIR TECHNIC s.r.o. přípravu realizace prvního komerčního projektu v Odrách (2xGP500), využívajícího

zvětšenou a upravenou konstrukci generátoru GP200. Zkušební provoz první linky generátoru byl zahájen na konci roku 2012. Podrobnější informace o jednotce jsou uvedeny v publikacích [2][3][4][5]. Po roce 2013 bylo firmou AIR TECHNIC s.r.o. postaveno celkem 8 generátorů GP750 (1200 m³/h plynu (n.p.)), který používá odlišné konstrukční řešení některých částí systému a patří k největším (viz Obr. 1b). Pět GP750 je umístěno v Kozomíně (viz Obr. 1c), dva generátory GP750 jsou v Handlové a jeden v CAV Dobříš. První GP 750 byl zařazen do provozu od půlky roku 2014 v elektrárně Handlova na Slovensku (2xGP750). Podrobnější informace o instalovaném výkonu, typu použitých motorů a počátečních zkušenostech s provozem uvedených nejvýkonnějších dvoustupňových generátorů jsou uvedeny v publikacích [8],[9].

Koncem roku 2014 a začátkem roku 2015 byla při vynucené odstávce na teplárně v Handlové provedena změna v technologii a náhrada rukávcových filtrů (100 - 120 °C) horkými keramickými filtry (490–550 °C). Důvodem bylo postupné (během několika měsíců) snižování jejich propustnosti způsobené zalepováním povrchu dehtem a prachem v důsledku jejich provozu za nevhodných podmínek (teplota nižší než 100°C), které bylo podpořeno občasným zvýšením obsahu dehtu v plynu způsobeném problémy s regulací generátoru GP750 a použitím vlhkého paliva. Od ledna do března 2015 na elektrárně probíhal testovací provoz a od začátku dubna 2015 až do konce roku 2015 pracovala celá elektrárna bezobslužně blízko ekonomického (instalovaného) výkonu (570+430 kW_e). Vzhledem k lokalizaci jednotky na Slovensku byla kontrola kvality provozu prováděna odběrem diskretních vzorků plynu a komplexním rozбором jeho složení, které bylo charakteristické nízkým obsahem benzenu a toluenu. Autoři neměli možnost naměřit data potřebná pro výpočet celkové bilance, a tak musí spoléhat na data získaná u společnosti AIR TECHNIC s.r.o., která prováděla stavbu a rekonstrukci technologie na elektrárně. Během období od dubna do prosince 2015 se hodnota účinnosti výroby elektrické energie vztážená na energii vázanou v použitém původním palivu (štěpky tvrdých dřevin) pohybovala od 31 do 33 %. Je nutné podotknout, že pro stabilní provoz celé technologické linky bezpochyby přispěla i stabilní a vhodná kvalita použitého paliva.

Poněkud odlišná situace je u dalšího provozovatele, BOR Biotechnology a.s., který má instalován v areálu závodní teplárny „Energetické Centrum Kozomín“ pět generátorů GP750 (viz Obr. 1c). Teplárna patří k největším a zároveň i nejsložitějším realizacím v ČR, a to z několika důvodů. V důsledku toho, že všechny generátory jsou zapojeny do jednoho mix-tanku, ze kterého je plyn napojen na tři motorgenerátory vyžaduje řízení soustavy jak řízení každého provozovaného generátoru (G1 až G5), tak i komplexní regulaci celé soustavy. Druhým důvodem je značná variace druhů a typu používaných paliv, což umožnilo odhalit slabá místa jak samotného generátoru GP750, tak i zařízení pro třídění, sušení a dopravu paliva do generátoru. Tyto zkušenosti umožnily provést přesnou specifikaci paliv vhodných pro zpracování v generátoru GP750. Experimenty probíhaly ve dvou etapách od ledna do března a od července do listopadu. V tomto období bylo zkoušeno více než šest odlišných typů paliv s různými vlastnostmi (typ a zdroj dřeva, velikost částic dřeva a jeho vlhkost). Většinu testovaných paliv bylo možné použít pro dlouhodobý provoz teplárny, ale vyskytly se i takové typy, které způsobovaly značné problémy při třídění, sušení a také při následném využití v generátoru. V několika případech byla kvůli problémům s kvalitou používaného paliva (velikost, tvar částic) a s jeho tříděním a dopravou celá linka odstavena. Zplyňovací generátor byl schopný zpracovat takřka všechny typy paliv, avšak stabilita jeho provozu v případě použití některých typů materiálů (např. trhaná drť z nábytku) se zhoršovala a vedla k fluktuacím ve složení plynu. Na Obr. 2 je uveden fragment záznamu provozu generátoru číslo 3 (G3). Plyn vyráběný v generátoru byl celou dobu používán pro provoz motorgenerátoru Jenbacher J320 a

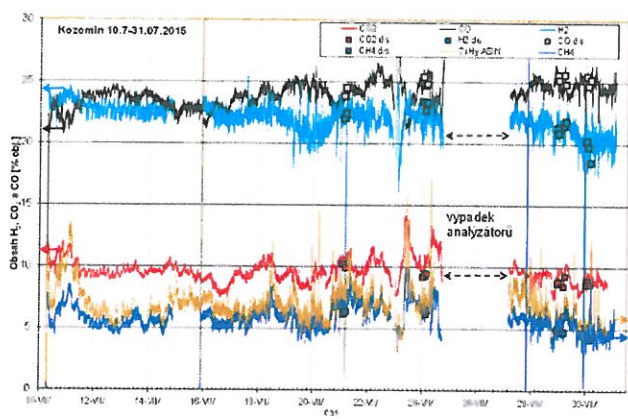
jeho výkon se pohyboval v rozmezí 450 až 540 kW_e. V období od 1. do 2. února jsou na záznamu patrné značné fluktuace ve složení způsobené použitím nevhodného paliva, což značně ovlivnilo jeho tok uvnitř generátoru. Po změně typu paliva se provoz ustálil. Určité fluktuace jsou způsobeny zásahy automatiky a změnou některých vlastností paliva. Při provozu byly evidovány určité problémy se sušárnou a horním uzávěrem generátoru, přes který se do systému nasával nadbytečný zplyňovací vzduch. Z dlouhodobého trendu je vidět, jak mírně roste obsah CO a klesá obsah CH₄, CO₂ a H₂. Od 17. do 21. února jsou do záznamu vloženy hodnoty sledovaných složek naměřených pomocí off-line metody (GC-TCD/FID). Výhřevnost plynu se pohybovala okolo 6 až 6,2 MJ/m³. Ve stejných časových intervalech se prováděly odběry vzorků dehtu a stanovení jeho obsahu podle Tar Protocolu. Jeho obsah se pohyboval od 150 mg/m³ (19.02) do 240 mg/m³ (20.02). Další měření ukázala 156 (20.02), 168 a 203 mg/m³(21.02). Chemické složení odebraných dehtů bylo velice podobné. Jednalo se o směs terciárního a sekundárního dehtu. Hlavní složkou byl naftalen (44 až 68 mg/m³) a fenoly (14 až 75 mg/m³). Přestože byl obsah dehtu poněkud vyšší, než se původně očekávalo (do 100 mg/m³), nebyly zaznamenány při provozu dočišťovací jednotky a spalovacího motoru žádné problémy.



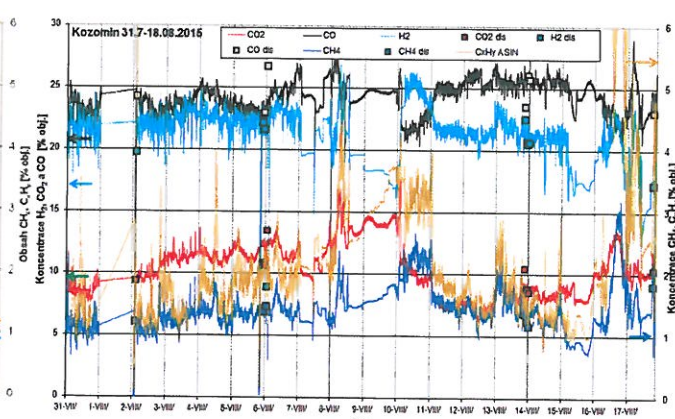
Obr. 2. Záznam vybraných složek plynu (analyzátor ABB) při provozu GP750 – G3 na jednotce v Kozomině

Společný provoz více generátorů (G1, G3 a G4) poněkud zkomplikoval regulaci celé soustavy a interpretaci získaných výsledků. Součástí měření bylo i stanovení komplexního složení plynu a obsahu dehtu (viz Tab. 1). Provozní podmínky nastavené na G4 umožnily v období od 21. do 30. července produkci plynu se sníženým obsahem dehtu (20 až 80 mg/m³), kdy se obsah naftalenu pohyboval od 4 do 10 mg/m³. Podíl kyslíkatých složek se pohyboval od 8 do 52 mg/m³. Naměřenému nízkému obsahu dehtu také odpovídá nízký obsah methanu v plynu a malý rozdíl mezi signálem methanu z analyzátoru ABB a všech uhlovodíků zaznamenávaných CH₄ kanálem analyzátoru ASIN. Pro pohon všech generátorů bylo použité stejné palivo. Současně (30.07) byly odebírány vzorky pro stanovení obsahu dehtu v plynu za generátorem G1 uvedeném 28. července do provozu, a jak je vidět, obsah dehtu v plynu byl podstatně vyšší (250 až 430 mg/m³). V dehtu byly nalezeny terciární a sekundární složky dehtu a nikoliv primární. Na Obr. 3 je uveden záznam složení plynu odebíraného přímo za mix-tankem. Celkový elektrický výkon se pohyboval v rozmezí od 1000 až do 1400 kW_e (dva nebo tři motory v provozu). Zásahy do soustavy provozovaných motorů se zpětně promítly do regulace jednotlivých generátorů, což se projevilo i na stabilitě jejich provozu a vlastnostech plynu vystupujícího z mix-tanku. Uvedené změny (viz. Obr. 3) byly okamžitě zaregistrovány i na

zvýšení poměru signálu CH₄ z analyzátoru ASIN (oranžová čára) k signálu CH₄ z analyzátoru ABB (modrá čára). Výsledky získané z off-line odběrů vzorků dehtu (06.08) za generátorem G4 ukázaly zvýšený obsah dehtu v plynu (330 až 600 mg/m³). Mezi dalšími složkami byly také nalezeny primární produkty pyrolýzy (furfural, kys. butanová a propionová) a značné množství alkylfenolů. Většina dehtu se pak zachycovala do prací vody, což značně zhoršilo její kvalitu. Současně s tím byl provozován generátor G3 produkující plyn s nejmenším množstvím dehtu (4 mg/m³). Po úpravách způsobu regulace soustavy motorů se provoz všech generátorů vrátil do normálního stavu, stabilita a kvalita plynu se zlepšila a rozdíly mezi jednotlivými signály CH₄ se zmenšily na přijatelnou úroveň. Obsah dehtu v plynu z generátoru G4 naměřený 14. srpna se pohyboval okolo 30 mg/m³.



Obr. 3. Záznam vybraných složek plynu (G4)



Obr. 4. Záznam vybraných složek plynu (G1, G3, G4)

Tab. 1. Srovnání obsahu a složení dehtu v plynu z víceúrovňového generátoru (Teplárna Kozomín)

datum	21.07.2015	24.07.2015	24.07.2015	29.07.2015	29.07.2015	29.07.2015	30.07.2015	30.07.2015	30.07.2015	30.07.2015	06.08.2015	06.08.2015	06.08.2015	14.08.2015	14.08.2015	
začátek -konec odběru	14:30-15:30	11:30-13:30	14:45-16:00	11:40-14:28	14:30-16:00	16:25-17:20	10:10-12:35	13:30-15:45	10:10-11:50	13:30-15:10	13:03-14:35	14:40-15:40	12:03-14:25	11:25-12:53	13:22-14:25	
vzorek (označení)	2107D1P	2407D2P	2407D3P	2907D4P	2907D5P	2907D6P	3007D7P	3007D8P	3007D9P	3007D10P	0608D11P	0608D12P	0608D13P	1408D14P	1408D2015	
objem plynu,l	810.6	1004.6	828.9	882.4	1053.6	729.7	845.2	878.8	978.5	920.9	924.9	970.2	797.6	921.3	851.5	
generátor:	G4	G4	G4	G4	G1	G4	G4	G4	G1	G1	G4	G4	G3	G4	G4	
obsah v plynu, mg/m³																
BTX summa	17.12	30.46	20.33	18.29	42.77	17.30	40.11	26.67	71.13	87.87	77.56	71.38	15.10	50.10	29.85	
kyalické summa	52.55	108.98	44.23	7.97	34.34	7.98	48.34	46.62	269.02	140.47	249.16	450.04	0.82	7.64	5.78	
fenol	22.1	46.0	18.1	4.9	16.3	4.4	20.2	19.1	111.5	58.7	101.7	200.8	0.0	0.5	0.0	
methylfenoly	21.4	45.4	19.1	2.4	9.7	2.6	18.1	18.7	110.5	51.4	114.8	171.5	0.2	0.0	0.0	
dibenzofuran*	9.0	17.5	7.0	0.7	8.3	0.9	10.1	8.8	47.1	30.4	32.6	77.8	0.7	7.1	5.8	
duskate	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
inden+indan	2.6	4.5	1.8	0.5	2.3	0.6	3.3	3.2	19.5	14.5	5.4	5.9	0.2	0.1	0.2	
naftalen	9.7	10.2	5.7	4.4	25.5	5.5	5.6	5.1	31.1	25.5	10.7	26.4	1.4	19.6	17.2	
methylnaftaleny	3.5	6.1	2.3	0.5	3.9	0.8	3.3	3.1	21.0	12.9	11.0	20.9	0.2	1.5	1.2	
alkylnaftaleny (Alkyl) >=C2)	1.4	3.3	1.3	0.5	1.3	0.4	1.6	1.6	9.9	6.5	8.7	14.9	0.0	0.0	0.1	
bifenyly	0.5	0.8	0.4	0.2	1.1	0.2	0.4	0.3	2.7	1.5	1.4	3.3	0.0	0.0	0.1	
acenaftylen	1.0	1.6	0.7	0.3	2.2	0.3	1.2	0.8	8.2	6.5	1.4	2.9	0.1	1.2	1.0	
acenaften	0.3	0.5	0.2	0.1	0.4	0.1	0.2	0.2	0.9	0.9	0.6	1.0	0.0	0.1	0.1	
fluoren	0.6	1.0	0.4	0.1	0.8	0.2	0.5	0.6	3.4	2.4	1.2	2.1	0.0	0.0	0.0	
PAH o M/Z=165,166	0.7	1.4	0.5	0.0	1.2	0.2	0.4	0.7	5.5	2.6	1.9	1.5	0.0	0.0	0.0	
fenantren	0.9	1.6	0.8	0.3	2.6	0.3	0.9	0.8	4.3	3.2	2.1	7.5	0.1	1.0	1.0	
antracen	0.3	0.5	0.2	0.1	0.6	0.1	0.3	0.2	1.6	1.0	0.6	1.6	0.1	0.2	0.2	
methylantraceny+4H-Cyclopenta[def]fenan	0.4	1.2	0.9	0.3	0.8	0.1	1.0	1.0	3.8	2.5	2.4	4.7	0.1	0.0	0.0	
fenylnaftaleny	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4	0.2	0.3	1.6	0.0	0.0	0.0	
fluoranthen ²	1.1	0.9	0.6	0.1	0.7	0.1	0.4	0.4	2.4	1.7	0.7	2.0	0.1	0.2	0.1	
pyren ³	0.4	0.9	0.5	0.3	0.7	0.1	0.4	0.4	1.6	1.4	0.6	2.5	0.0	0.1	0.1	
benzfluoreny	0.1	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	0.6	0.3	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	
methylfluoranten+methylpyren	0.4	0.2	0.1	0.0	0.3	0.0	0.2	0.2	1.5	0.7	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	
PAH o 4 kružích** (m/z=226,228)	1.2	0.9	1.0	0.5	0.7	0.1	0.4	0.6	2.1	1.5	0.8	1.6	0.2	0.1	0.0	
PAH o 5 kružích*** (m/z=252)	0.9	3.0	1.1	0.4	0.5	0.2	0.4	0.7	1.4	0.9	1.2	0.9	0.1	0.0	0.1	
PAH o 6 kružích**** (m/z=276)	0.1	1.5	1.5	0.9	0.2	0.6	0.2	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	
ostatní látky (DEHET)	6.4	13.7	8.8	2.8	3.7	1.4	6.1	6.6	41.0	19.6	31.6	51.9	0.4	1.0	0.8	
dehet (mimo BTX)	85	163	73	20	84	19	75	74	432	249	332	604	4	33	28	
dehet dle Tar Protokolu	97	189	89	26	109	25	102	93	490	312	395	666	10	61	46	
obsah prahu	0.0	12.3	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	28.1	13.2	127.4	0.0	0.0	

Informace o složení a obsahu dehtu v plynu (Tab. 1) lze také použít pro interpretaci procesů probíhající v reaktoru. Dlouhodobé experimentální zkušenosti s generátorem GP750 ukazují na to, že obsah a složení dehtu v plynu jsou ovlivněny řadou provozních faktorů. Nízký obsah

dehtu je podmíněn správnou funkcí všech zón generátoru. V případě posunu jednotlivých zón směrem dolů, například v důsledku použití vlhkého paliva (nad 10 %), nebo příliš intenzivního roštování, hrozí nebezpečí, že se do redukční části generátoru (RED) dostane nekarbonizovaná biomasa a prchavá hořlavina uvolněná v této části podstatně zvýší obsah dehtu v plynu. Zvýšení intenzity roštování je často používaným prostředkem pro snížení tlakové ztráty generátoru, jejíž zvýšení vede ke snížení průtoku plynu a tudíž i výkonu zařízení. Narůst tlakové ztráty v generátoru je často způsoben použitím příliš jemné frakce vstupního materiálu. Další provozní poruchou schopnou značně zvýšit obsah dehtu v plynu, kterou je možné pozorovat i za vysokých teplot v POXu, je zvýšení poměru primárního vzduchu (A1) k sekundárnímu (A2) nad kritickou hodnotu (25%) například v důsledku požadavku na zvýšení průtoku plynu z generátoru a snížení teploty v POXu. Zvýšení průtoku primárního vzduchu (A1) je za určitých podmínek schopné značně zvýšit množství uvolněné prchavé hořlaviny v POX, ale nízké množství sekundárního vzduchu (A2) změní charakter proudění v POXu na laminární, které nezajistí dokonalé promíchávání prchavé hořlaviny s kyslíkem, a tak podstatně sníží konverzi prchavé hořlaviny na plynné složky a značně zvýší obsah dehtu v plynu. Oba mechanismy vedoucí k dočasnému zvyšování obsahu dehtu v plynu byly několikrát zaznamenány při experimentálním provozu generátoru GP750, obzvláště při zprovoznění elektráren v Handlove a Kozomině. V návaznosti na to byly provedeny provozní a regulační opatření zamezující vzniku uvedených situací a jejich aplikace v provozní praxi podstatně zlepšila spolehlivost provozu a zvýšila kvalitu produkovaného plynu. Detailnější analýza vlastností vícestupňového zplyňovacího generátoru GP750 bude provedena v jedné z dalších publikací autorů.

3 Závěr

Vícestupňový generátor GP750 je bez pochyby dalším milníkem ve vývoji lokálních zařízení pro efektivní zplyňování biopaliv. Oproti známým souprůdným a protiprůdným generátorům vykazuje vyšší účinnost výroby plynu s nižším obsahem dehtu, což značně zjednodušuje čištění plynu a jeho další použití. Praxe ukázala, že existuje více provozních parametrů ovlivňujících složení a kvalitu produkovaného plynu. Právě jejich optimalizace umožňuje dosažení dlouhodobého stabilního složení plynu, vysoké účinnosti jeho výroby a nízkého obsahu dehtu v produkovaném plynu. Tyto parametry dělají z GP750 špičkový zplyňovací generátor.

Poděkování

Část práce prezentovaná v uvedené publikaci vznikla díky finanční podpoře projektu Technologické agentury České republiky číslo TA04020583.

Použitá literatura

- [1] Pícek I.: Zařízení pro vícestupňové zplyňování uhlíkatých paliv, UV 26592.
- [2] Skoblia S., Pícek I., Beňo Z., Pohořelý M., Design and commercial application of two-stage fixed bed gasifier in Czech Republic, 6th International Freiberg Conference Coal Conversion and Syngas, s. 15. 19.05-22.05.2014, Dresden, Germany.

- [3] Skoblia S., Picek I., Beňo Z., Pohořelý M., Schemes and new developments in combination of gasification with fuel gas cleaning for power generation in piston gas engines and gas turbines, Fecundus International Workshop New Processes for Fuel Conversion, Gas Cleaning and CO₂ Separation in FB and EF Gasification of Coal, Biomass and Waste, Prague (CZ), 2013-06-12 / 2013-06-14.
- [4] Skoblia S., Picek I., Beňo Z., Pohořelý M., Vícestupňové zplyňování - dlouhá cesta od myšlenky k realizaci, Nové technologie pro EVO pyrolýzou a zplyňováním, 5. prosince 2013, Jihlava.
- [5] Skoblia S., Picek I., Beňo Z., Pohořelý M., Vývoj malých a středních kogeneračních jednotek na biomasu a jejich aplikace v praxi, Sborník příspěvků z odborné konference. Brno: VUT v Brně, 2012 - (Špiláček, M.; Lisý, M.), s. 103-119, ISBN 978-80-214-4685-4.
- [6] WEISS A/S, Demonstration of 500 kW_E Two stage Gasifier, Final Report, March 2013.
- [7] Skoblia S., Beňo Z., Brynda J., Pohořelý M., Picek I.: Vícestupňové zplyňování biomasy, Seminář Středoevropského energetického institutu, Cenergi II, 11. – 13. 2. 2015, Dolní Morava, ČR (<https://invenio.nusl.cz/record/201029/files/content.csg.pdf>)
- [8] Skoblia S., Beňo Z., Brynda J., Pohořelý M., Picek I.: Zkušenosti s provozem vícestupňových generátorů v ČR, Energie z biomasy XVI, 78-92, Lednice, 16. - 18. 9. 2015.
- [9] Skoblia S., Beňo Z., Brynda J., Pohořelý M., Picek I.: Použití vícestupňových zplyňovacích generátorů v České republice pro vysokoúčinnou kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla z biomasy, 62. konference chemického a procesního inženýrství - CHISA 2015, 139 (14 pp. full text na CD-ROM), Seč, 9. - 12. 11. 2015.

