



GEMOS CZ, spol. s r.o., divize tepelné techniky
B. Smetany 1599, 250 88 Čelákovice
Telefon: +420 326 991 061, Mobil: +420 603 494 203
E-mail: therm@gemos.cz info@gemos.cz
WEB: <http://www.gemos.net/>



Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav
Technická 2, 616 69 Brno
email: oei@fme.vutbr.cz, <http://oei.fme.vutbr.cz>, telefon: +420 541 142 590

Spalovací technologie EKOGEN S pro spalování nedřevní biomasy, energetických kompostů a fermentačních zbytků – Gprot – 2019V004

Projekt: TH02030260 Modulární spalovací technologie pro spalování alternativních paliv

Autoři: B. Pražský a kol., M. Lisý, P. Milčák

Datum vypracování: 12/2019

Počet stran: 9

OBSAH:

1	Úvod.....	3
2	Popis Spalovací technologie EKOGEN S pro spalování nedřevní biomasy, energetických kompostů a fermentačních zbytků	3
2.1	Inovovaný zásobník a dopravník paliva	3
2.2	Nově vyvinutá zplyňovací komora ZKG S	4
2.3	Výměník tepla	7
2.4	Odlučovač tuhých látek	7
2.5	Řídicí software.....	8
3	Závěr	9

1 ÚVOD

Prototyp spalovací technologie EKOGEN S o výkonu 110 kW navazuje na výsledky výzkumu tohoto projektu mezi roky 2017-2019.

Prototyp spalovací technologie EKOGEN S se sestává z následujících komponent:

- Inovovaný zásobník a dopravník paliva,
- Nově vyvinutá zplyňovací komora ZKG S,
- Výměník tepla,
- Odlučovač tuhých látek,
- Řídicí software.

Hlavní parametry technologie EKOGEN S:

Tab. 1 Hlavní parametry technologie EKOGEN S

	hodnota	jednotka
Jmenovitý tepelný výkon	110	kW
Výkonový rozsah	30-105	%
Teplotní spád topné vody	90/60	°C
Teplota spalin za kotlem	125	°C
Účinnost kotle	87,8	%
Palivo	nedřevní biomasa, energetické komposty a fermentační zbytky	-
Limitní obsah vody	35	%
Limitní obsah popela v sušině	20	%
Emise (přepočtených na referenční obsah kyslíku 10%)		
CO	110	mg/m ³
TZL	39,2	mg/m ³

2 POPIS SPALOVACÍ TECHNOLOGIE EKOGEN S PRO SPALOVÁNÍ NEDŘEVNÍ BIOMASY, ENERGETICKÝCH KOMPOSTŮ A FERMENTAČNÍCH ZBYTKŮ

2.1 Inovovaný zásobník a dopravník paliva

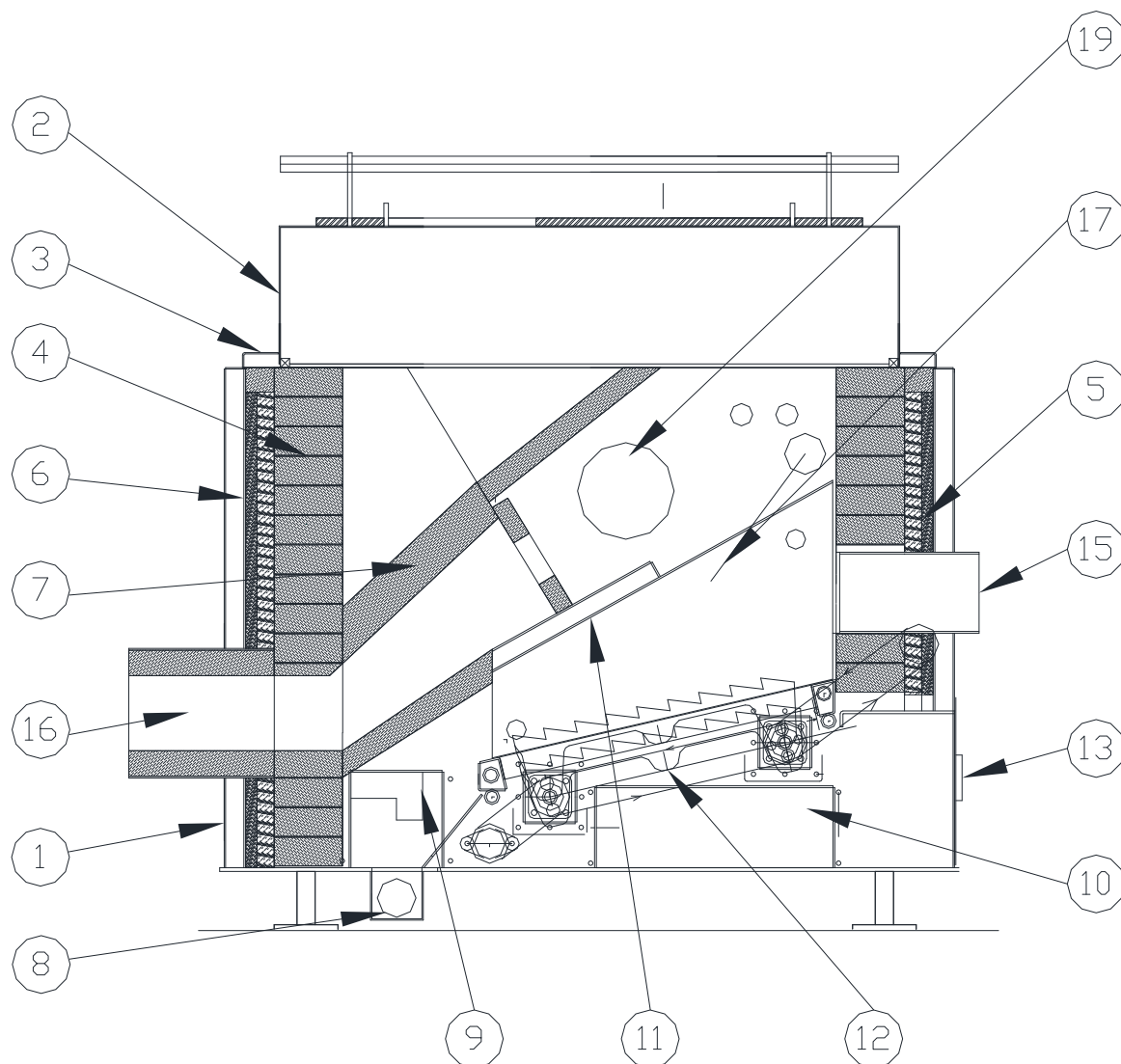
Inovace u zásobníku a dopravníku paliva byla nutná, vzhledem k tomu, že nedřevní biomasa, energetické komposty a fermentační zbytky vykazují výrazně odlišné fyzikální vlastnosti oproti standardní dřevní biomase. Inovace v konstrukci provozního zásobníku spočívala ve zmenšení jeho velikosti, z čehož vyplývá nutnost jeho častějšího plnění a tedy zvýšení homogenity paliva. Dopravníky byly upraveny ve své spodní části na válcový tvar tak, aby bylo možné jejich úplné vyprázdnění. Důležitá inovace proběhla i na straně řízení dopravníků paliva. Jednak byly nově softwarově spřaženy dopravníky, kde již nyní nedochází k problematickému zahlcování palivem na přesypu. Dále byla implementována funkce, která

umožní optimální provoz dopravníku v celém rozsahu výkonu kotle u různých druhů paliv. Dopravníky byly osazeny frekvenčními měniči pro plynulou změnu otáček v rozsahu 60-105 % výkonu. Při nižších dopravovaných výkonech je doprava paliva zajištěna pomocí nově implementované funkce. Ta zajišťuje optimální provoz elektromotoru a frekvenčního měniče. Otáčky elektromotoru zůstanou na 60 % a nižšího výkonu dopravy je zajištěno pomocí cyklů, kdy je v závislosti na požadovaném výkonu kotle a tedy dopravy paliva dopočítáváno množství potřebného paliva.

2.2 Nově vyvinutá zplyňovací komora ZKG S

Stěžejním předmětem vývoje v tomto projektu byla zplyňovací komora ZKG S, pro termickou konverzi nedřevní biomasy, energetických kompostů a fermentačních zbytků.

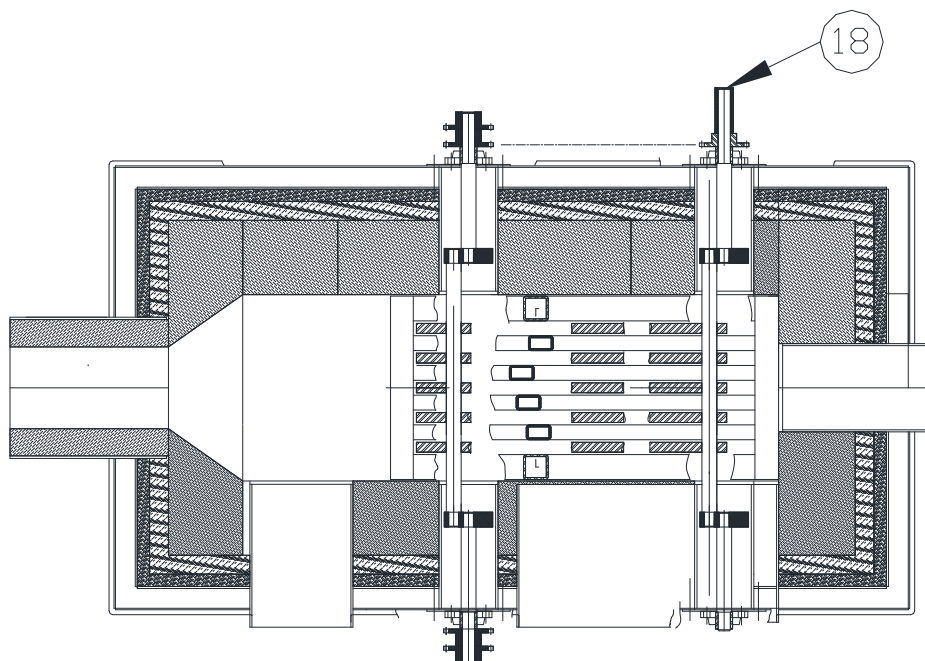
Řez novou spalovací komorou je zobrazen na obrázku 1 a foto testované komory na obrázku 2. Těleso komory (1) je tvořeno ocelovou konstrukcí s vyzdívkou. Shora je komora uzavřena pomocí mechanicky ovládaného sklápěcího víka vyplněného tepelnou izolací (2). Víko je těsněno těsněním a vymezeno lemem (3). Těsnění zamezuje přisávání falešného vzduchu do prostoru zplyňovací komory. Zplyňovací komora je odstíněna vrstvou šamotové vyzdívky (4) a tepelné izolace (5). Plášť komory je tvořen dvoustěnnou z ocelových plechů (6). Šamotem jsou rovněž zpracovány veškeré vestavby zplyňovací komory (7). Dno komory tvoří ocelový plech a prostor popelníku. Odvod popela je pomocí šnekového vynašeče (8), přičemž hrubý popel z mechanického roštu padá do prostoru vynašeče, který je možno vizuálně kontrolovat pomocí dvířek (9). Jemný popel z propadu roštu zůstává pod roštem a pro čištění je možné použít dvířek (10). Zcela nově je zpracována vnitřní konstrukce stěn, stropu komory (11) a roštu (12). Stěny komory jsou vodou chlazené. Rošt je šikmý, přesuvný a rovněž vodou chlazený. Přesuv jednotlivých roštnic zajišťuje kinematický mechanismus. Odvod tepla z chlazení roštu a stěn je zajištěno připojením na celkový vodní systém kotle. Primární spalovací vzduch je vháněn pod rošt a vstupuje do prostoru komory v místě (13). V tomto místě je připojen ventilátor primárního vzduchu. Sekundární spalovací vzduch vstupuje do prostoru komory v místě (14) do mezipláště, ve kterém je předehříván za účelem zrovnoměnění viskozity vzduchu a horkých spalin. Do prostoru spalování vstupuje sekundární vzduch v místě (19). Řízení ventilátorů je umožněno plynulou změnou otáčkové charakteristiky pomocí frekvenčního měniče. Ventilátor primárního vzduchu má vazbu na množství a charakteristiku paliva, ventilátor sekundárního vzduchu je řízen signálem od lambda sondy, která monitoruje obsah kyslíku ve spalinách za kotlem. Palivo vstupuje do komory v místě (15), a je dopravováno ze zásobníku šnekovým podavačem. Před vstupem paliva na rošt je v komoře umístěna mechanická bezpečnostní páka (17), která slouží jako bezpečnostní prvek proti zasypání komory palivem. Na roštu je palivo postupně zahříváno, odplyňováno a spalováno. Zbytek po spalování je pomocí vynašeče popela dopravován mimo kotel. Spaliny vzniklé spalování paliva na roštu jsou vedeny do prostoru přívodu sekundárního vzduchu, kde se smísí s předehřátým sekundárním vzduchem a ze zplyňovací komory vystupují v místě (16). Tepelná energie spalin je dále využívána ve vodou chlazeném výměníku tepla. Pohon přesuvného roštu je zajišťován řetězovým soukolím. Řetězové soukolí je poháněno elektromotorem s převodovou umístěnou na hřídeli (18).



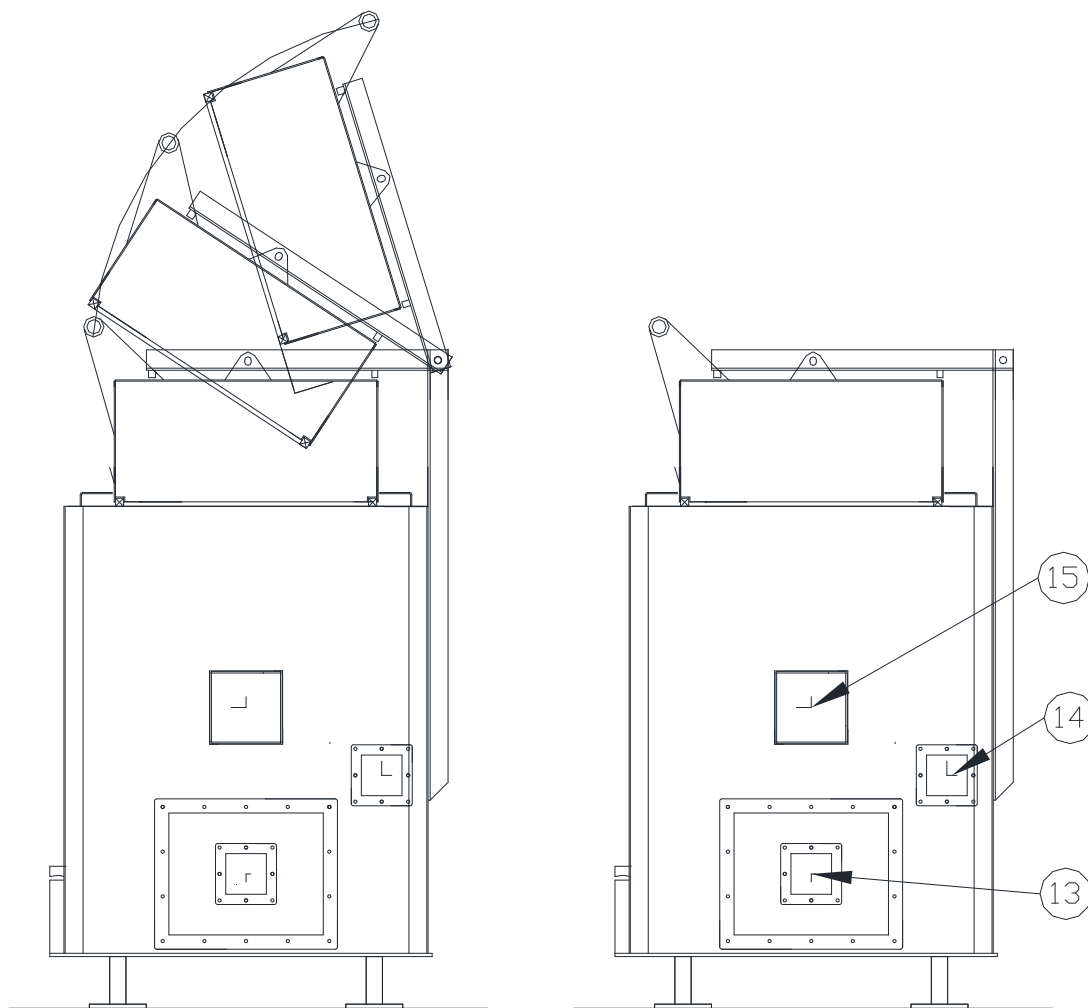
Obr. 1: Řez zplyňovací komorou ZKG S



Obr. 2: Foto zplyňovací komory ZKG S v laboratoři Energetického ústavu



Obr. 3: Řez zplyňovací komorou ZKG S



Obr. 4: Pohled na zplyňovací komoru ZKG S

2.3 Výměník tepla

Výměník tepla byl optimalizován tak, aby bylo dosaženo dobré vychlazení spalin na teplotu 125 °C. Optimalizace probíhala zejména na spalínové straně výměníku tepla, vzhledem k tomu, že přestup tepla ze spalin silně ovlivňuje celkový součinitel prostupu tepla. Optimalizovány byly rozměry teplosměnných trubek a jejich geometrické uspořádání v trubkovém svazku. Bylo nutné rozměry volit tak, aby bylo nalezeno kompromisu mezi velikostí součinitele přestupu tepla a provozními podmínkami, tj. zanášení teplosměnné plochy a abrazie.

2.4 Odlučovač tuhých látek

Z analýzy vlastností emisí TZL vyplynul závěr, že pro splnění emisních limitů TZL ve spalinách při spalování paliv na bázi biomasy a fermentačních zbytků je nejvýhodnější použití technologie tkaninového filtru. Na základě těchto výsledků byl vyvinut, zkonstruován a vyroben sekundární odlučovač TZL v podobě tkaninového filtru. Odlučovač byl zkompletován v laboratořích Energetického ústavu, kde byl současně propojen se spalovacím zařízením, propojen se zdrojem tlakového vzduchu pro ofuk filtračních patron, propojen elektricky a ovládání elektroventilů implementováno do řídicího systému pro možnost volby času otevření ventilu a periody otevření. Z proběhlých měření vyplývá, že tkaninový filtr je

schopen plnit přísný emisní limit 40 mg/m³. Odlučovač tuhých látek je detailně popsán jako prototyp za rok 2018 ve zprávě „TH02030260-2018V008 Sekundární odlučovač TZL – Gprot“.

2.5 Řídicí software

Řízení spalovacích technologií EKOGEN S bylo vyvíjeno tak, aby nově vyvíjený systém byl schopen řídit provozovaný kotel a spalovací proces s vysokou účinností transformace energie při minimální produkci emisí a byly splněny veškeré bezpečnostní požadavky při všech režimech kotle.

Z hlediska strojně technologického proběhlo vyspecifikování režimů na ruční a automatický v dalším dělení na:

- Režim ručního zátopu
- Režim automatického řízení kotle
- Režim normálního odstavení kotle do studeného stavu
- Režim krátkodobého odstavení kotle do teplého stavu
- Režim havarijního odstavení kotle

Pro každý režim byly vyspecifikovány popisy funkcí a ovládání, vazby mezi jednotlivými akčními veličinami a pohony, nastaveny limity technologických blokad a ochran zařízení z pohledu bezpečnosti. Na tyto popisy funkcí již navazuje vlastní programátorská práce a vývoj vlastního řídicího software. Software byl programován v prostředí LabVIEW. Řídicí část systému je určena pro výpočet procesních parametrů, potřebných akcí a vyhodnocování stavu. Složena je ze softwarových částí kotle, neboli boiler partů a komponent.

Pro dosažení konfigurovatelnosti je řídicí část systému rozdělena do tří částí – výměník, spalovací komora a soustava dodávky paliva. Toto rozdělení umožňuje nahradit kteroukoli část za jiný funkční celek. Jmenovitě výměník může být použit typu voda-vzduch, či vzduch-vzduch a taktéž soustava dodávky paliva může mít odlišné varianty, lišící se množstvím a strukturou dopravníků.

Kvůli zaměnitelnosti částí je nutné volit jejich rozhraní co nejjednodušší a tak, aby bylo identické pro všechny možné varianty dané části systému. Výstupem objektu výměníku byl zvolen výkon požadovaný pro ohřev topného média. Objekt spalovací komory provádí procesní výpočty dle zvolené vnitřní konfigurace, ovládá vnitřní objekty a výstupem je požadované množství paliva. Soustava dodávky paliva pak dle požadavku a své vnitřní konfigurace zajišťuje ovládání dopravníků.

Automatické řízení je aktivováno po najetí kotle v režimu ručního zátopu. Řízení probíhá v závislosti na požadované teplotě topné vodě či tepelnému výkonu. V závislosti na množství přiváděného paliva je dopočítáváno množství primárního vzduchu pod rošt. Sekundární vzduch je přiváděn v závislosti na množství kyslíku ve spalinách. Regulována je rovněž teplota vratné vody, podtlak v ohništi. Další závislosti akčních členů jsou řízeny implementovanými charakteristikami.

Detailní popis věnovaný problematice řízení je uveden v samostatné výzkumné zprávě TH02030260-2018V005 – Návrh systému řízení a regulace – výzkumná zpráva.

3 ZÁVĚR



Obr. 5: Pohled na sestavu prototypu spalovací technologie EKOGEN S

Na obrázku 5 je celá sestava prototypu spalovací technologie EKOGEN S skládající se z inovovaného zásobníku a dopravníku paliva, nově vyvinuté zplyňovací komory ZKG S, výměníku tepla, odlučovač tuhých látek a řídicího rozvaděče s řídicím softwarem.

POUŽITÉ ZDROJE:

[1] Interní dokumentace společnosti GEMOS.