

SUVREMENA EKOLOŠKA RJEŠENJA ENERGETSKIH POSTROJENJA ZA POGON SUSTAVA, GRADSKOG, PRIGRADSKOG I MEĐUGRADSKOG TRAČNIČKOG PROMETA

**Karlo Nađ, dipl. ing., prof. dr. sc. Jasna Golubić,
Krešimir Mlinarić, dipl. ing.**

Sažetak

Jedno od suvremenih ekoloških rješenja sanacije komunalnog i industrijskog otpada je industrijsko i energetska postrojenje na bazi Pyromex tehnologije koja gotovo u potpunosti bez ostatka tretira komunalni i industrijski otpad iz kojeg se dobivaju proizvodi primjenjivi u građevinarstvu, gnojivo i energetska briketi koji uplinjavanjem omogućavaju proizvodnju električne energije primjenjive u industriji, domaćinstvima i kao energetska baza za pogon gradskog, prigradskog i međugradskog tračničkog prometa pa i nekih novijih prometnih sustava kao što su recimo magnetska lebdeća vozila (MAGLEV).

Ključne riječi: Pyromex, magnetsko lebdeće vozilo (MAGLEV), press-kontejneri

Uvod

Komunalni otpad u cijeloj Europi, pa i u svijetu, predstavlja jedan od najtežih ekoloških problema. Zemlje ga rješavaju na za sebe najprihvatljiviji način, primjenjujući različite tehnologije, od kojih su zasad najčešće tri skupine mogućnosti njegova rješavanja.

Prvi i najstariji način je izradba deponija na kojima se prikuplja, raznim podlogama zaštićuje okolina i na kraju prekriva humusom ili nekim drugim odgovarajućim slojem zemlje na kojem se obično obavlja pošumljavanje ili neki drugi oblik oplemenjivanja tla.

Drugi način su tzv. spalionice različitih tehnologija, koje u sebi, u načelu nose izgaranje komunalnog otpada iz čega proizlaze odgovarajući nusprodukti, od kojih su neki korisno upotrebljivi, a neki škodljivi koje treba dodatno sanirati radi ekološke održivosti.

Treći način su postrojenja na bazi Pyromex, tehnologija koja predstavlja ekološko postrojenje koje gotovo u potpunosti bez ostataka tretira komunalni i industrijski otpad kao osnovni i primarni cilj, a ujedno na najprihvatljivije ekološko rješenje primjenom sustava za uplinjavanje otpada proizvodi plin. Daljnjim izgaranjem u termoenergetskom postrojenju plin proizvodi električnu energiju, a ujedno se pojavljuje i višak topline koji može poslužiti za zagrijavanje zgrada ili za neku drugu industrijsku primjenu. Proizvedena električna energija bi se mogla koristiti za pogon gradskih, prigradskih i međugradskih tračničkih, pa i nekih novijih prometnih sustava, kao što su, recimo, magnetska lebdeća vozila (MAGLEV).

Opis tehnologije

Komunalni, industrijski kruti i tekući otpad dovozio bi se na lokaciju gdje započinje njegovo analiziranje, tretiranje i obrada. Miješani ulazni otpad se nakon analize u pripreмноj fazi obrade sortira i klasificira. Biorazgradivi materijali se razdvajaju i odvoze na kompostiranje, ako se to želi. Tim sustavom nije nužno izdvojiti biorazgradivi materijal. Ostatak otpada razdvaja se prema vrsti, i to na staklo, magnetske materijale, ne magnetske materijale i preostali laki materijal. Nakon razdvajanja, reciklažni materijal se izdvaja i odvozi na posebnu obradu u neko drugo postrojenje.

Obrada krutog otpada može se voditi u više smjerova, ovisno o tome što se želi proizvesti kao produkt u obradi, odnosno ovisno o tome što je ulazni sastav sirovine. Produkt može biti energetska briket, gnojivo (ako kompostni materijal nije izdvojen u prvoj fazi obrade). Kruti otpad se u nastavku obrade usitnjava u mlinu, miješa sa pripremljenim tekućim otpadom i pripremljenim kemikalijama i reagensima, te kao krajnji produkt nakon završnog isprešavanja imamo željeni produkt u obliku energetskog briketa. Osoblje koje upravlja proizvodnjom na samoj lokaciji odlučuje koji dio otpada će biti namijenjen proizvodnji energetskih briketa. Briket se uvodi u visokotemperaturni reaktor gdje se provodi uplinjavanje.

Visokotemperaturno uplinjavanje

Visokotemperaturno uplinjavanje je destruktivna destilacija organske materije. Taj destilacijski proces je izazvan primjenom toplinske energije unesene posredno izvana, indirektno bez prisutnosti kisika, što reducira materijal na energetske upotrebive gorive plinove i netoksične, netopive anorganske ostatke. Time se ostvaruje maksimalna redukcija volumena. Temperatura se može podesiti za vođenje procesa između 1500 i 2000°C.

Reaktor

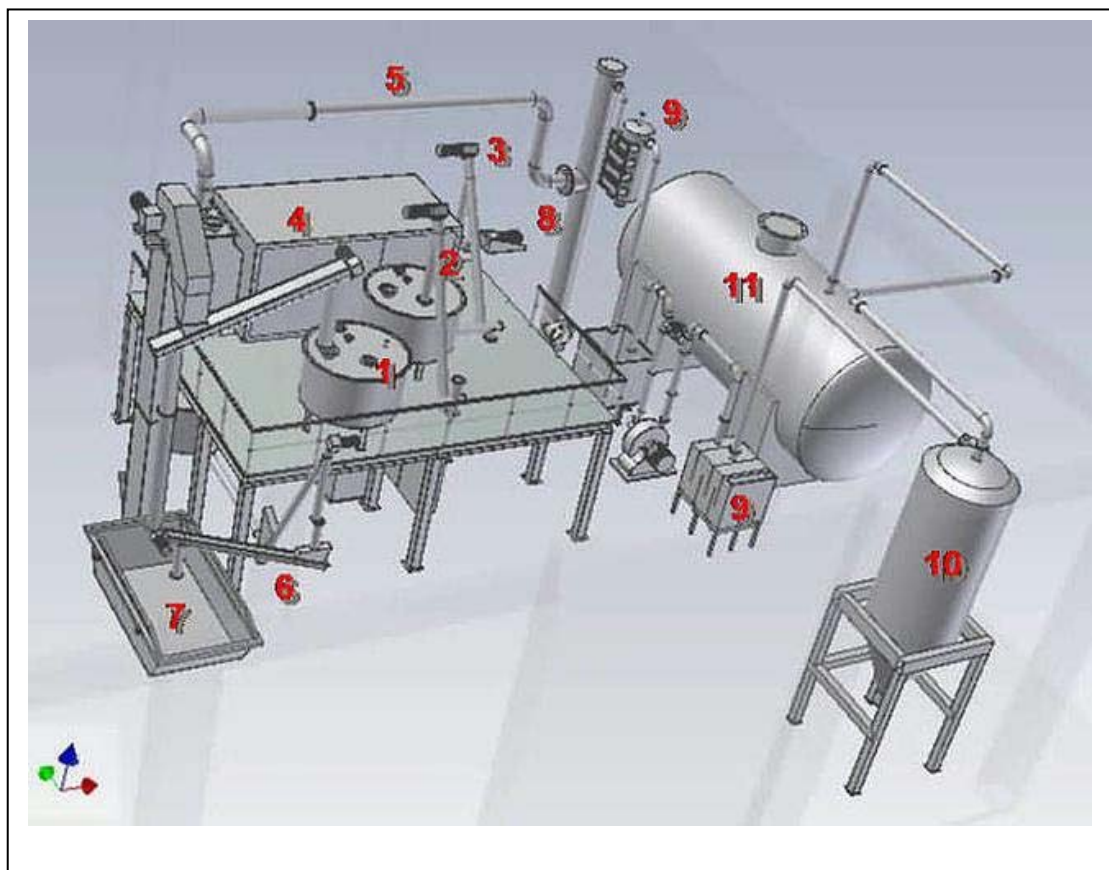
Reaktor za uplinjavanje je ključni element postrojenja. Radi bez odvođenja dimnih plinova u atmosferu i uplinjava energetska briket. Reaktor se grije indukcijskim električnim grijanjem, a sastoji se od specijalnih slojeva grafita i aluminijske keramike.

Proizvodnja energije

Pirolitički plin se pročišćava tijekom napuštanja reaktora prije prelaska u spremnike. Krute čestice u plinu se filtriraju da se omogući nesmetana primjena plina za pogon plinske turbine. Plin se nadalje koristi za pogon plinske turbine kapaciteta 1400 kW i uz mogućnost primjene i prirodnog plina. Dodatna količina od 1800 kW/h otpadne topline je na raspolaganju za daljnju upotrebu.

Proizvedeni plin u reaktoru prevodi se preko katalizatora koji daje dovoljnu količinu vodika i kisika da se postigne željena temperatura procesa u reaktoru. U isto vrijeme osigurava se dovoljna količina gorivog plina za pogon električnoga generatora koji proizvodi električnu energiju.

Pyromex pogon modularnog je tipa. Osnovni modul je plinski generator kapaciteta 25 t/dan. Povezivanjem više modula dobiva se željena količina plina za pogon energetskog bloka, a time se, ujedno odabire po želji izlazna snaga elektrane.



2	Rotacijski ventili	6	Izdvajanje inertnog ostatka		
3	Ubacivanje sirovine	7	Spremnik inertnog ostatka	1 0	Ciklon
4	Reaktor	8	Sedimentacija	1 1	Pročišćeni plin

Slika 1. PYROMEX sustav kapaciteta 25 t/dan sa osnovnim elementima

Usporedba Pyromex sustava sa spalionicom otpada

Principijelne razlike između spaljivanja i Pyromexova termičkog uplinjavanja dane su u tablicama 1. i 2.

Tablica 1.

Spaljivanje	Pyromex termičko uplinjavanje
<ul style="list-style-type: none"> Oksidacija s O=O Vrlo spora reakcija molekula Niske temperature i spora reakcija Velika opasnost od rekombinacije opasnih elemenata 	<ul style="list-style-type: none"> Termička degradacija bez O=O Vrlo brza reakcija molekula (+100 puta brža) Nema opasnosti od rekombinacije opasnih elemenata

Tablica 2.

Opis	Pyromex postrojenje	Spalionica
Mogućnost tretiranja sljedećih vrsta otpada:		
- komunalni otpad	da	da
- ostatak kompostiranja	da	da
- kanalizacijski talog	da	s ograničenjem
- mulj	da	ne
- toksični otpad	da	s ograničenjem
- pepeo iz energetskih postrojenja	da	ne
- tekući industrijski otpad	da	ne
- azbest, filtri	da	ne
- bolnički otpad	da	s ograničenjem
- ostaci hrane	da	da
- balastne vode	da	ne
- metalni ostaci	da	ne
- otpadna ulja	da	da
- ostaci šljake iz spalionice	da	ne
Kapacitet	100.000 t/god.	100.000 t/god.
Trošak kapitala	nizak	visok
Održavanje	nisko	visoko
Komercijalno recikliranje materijala i prednosti	komercijalni produkti energetski briket električna energija električna energija
Utjecaj na okoliš	nema emisija	dim, pepeo, hidroksidi
Postavljanje postrojenja	lako	duga procedura
Održivi razvoj	100% reciklirani produkti	samo parcijalno rješenje jer 30% toksičnog otpada ostaje
Izvana utrošena energija za pogon	0 KW/h = 0 litara/t otpada	140 KW/h = 14 litara/t otpada
Potrošnja vode	100 litara/t otpada za proizvodnju O ₂ i H ₂	1150 litara/t za hlađenje

Utjecaj na okoliš

Emisije

Instalacija spalionice uvjetuje mnogo problema u relaciji s urbanim planiranjem, uključujući određivanje lokacije, odlaganja ostatnih onečišćenja, deponiranja letećeg pepela i ostalih ostataka.

Pyromex sustav ne izaziva spomenute probleme jer nema emisija u okolinu (nema dimnjaka), nema letećeg pepela ili preostalih ostataka za deponiranje.

Pregled emisija u okoliš dan je u tablici 3. Izmjerene vrijednosti emisija pojedinih parametara na konkretnom Pyromex pogonu dane su u tablici 4.

Tablica 3.

Ispust u kanalizaciju	0%
Inertni, kruti ostatak	0-2% (za recikliranje) (ovisno o anorganskom sastavu otpada)
Pyrolitički koks	0-8% (za recikliranje)
Hydroksid	0%
Dim	0%
Preostali ostaci	nema
Buka	ispod 70 db
Emisija plinova	uglavnom CO ₂ i ishlapljivanje vode

Tablica 4.

	Stvarna Pyromexova analiza	Njemački standard čistog zraka	
CO	< 5	< 50	mg/m ³
NO ₂	< 10	< 200	mg/m ³
C _{plin}	5	< 10	mg/m ³
HCl	< 0.2	< 10	mg/m ³
HF	< 0.1	< 1	mg/m ³
SO ₂	< 2	< 50	mg/m ³
Cd + Ti	1.9	< 50	µg / m ³
Hg	5 do 13.1	< 50	µg / m ³
TE PCDD/PCDF	< 0.0025	0.1	µg / m ³
SUM SM etc.	37	< 500	µg / m ³

Tretman krutih ostataka iz pirolitičkog procesa

U radu Pyromex sustav generira ostatak iz reaktora od oko 3-5 % u obliku inertne šljake i pepela. Taj ostatak se također može potpuno sanirati povratkom u prethodnu fazu obrade i eliminirati umješavanjem u materijal koji ide na završnu obradu isprešavanja u neki od oblika građevinskog materijala.

Navedeni iznos ostataka od oko 3-5 % iz reaktora neće biti postignut ako za vrijeme tretiranja krutih ostataka periodički promijenimo pirolitičku reakciju na hidrolitički tretman injektiranjem male količine pare. Takav tretman osigurat će potpunu destrukciju preostale organske tvari.

Izbor lokacije i doprema komunalnog otpada

Izbor lokacije

Za realizaciju pilot-projekta osigurala bi se lokacija na odgovarajućem području veličine oko 5000 m². Odabir lokacije obavljao bi se na temelju analize ulaznih parametara bitnih za ispravno dimenzioniranje i zaštitu okoliša za takav sustav. Na predviđenoj lokaciji bi se odvijale aktivnosti prikupljanja, predobrada otpada, recikliranje jednog dijela i tretman preostalog dijela otpada u energetsom postrojenju uz proizvodnju električne energije. Sama lokacija treba biti prometno vezana odgovarajućim cestovnim i željezničkim prilazom radi dovoza otpadnih sirovina na zato unaprijed uređen prostor na kojemu je i locirano

postrojenje Pyromexa i odgovarajućeg energetskog postrojenja i ostalih prerađivačkih uređaja. S obzirom na činjenicu da postrojenje Pyromexa osigurava visoku razinu ekološke zaštite okoline, znatno su manje zahtjevni parametri za izbor njegove lokacije.

Doprema komunalnog otpada

Ozbiljan problem dopreme komunalnog otpada do lokacije njegove prerade može se pojednostaviti primjenom odgovarajućih prijevoznih cestovnih, a i željezničkih sredstava. U rješavanju tog problema znatno olakšava odgovarajuća primjena za tu svrhu posebno izgrađenih kontejnera. Već postoje rješenja i gotovi proizvodi takve vrste kontejnera koji se proizvode u našoj zemlji. Takav sustav transportiranja komunalnog otpada pruža široke mogućnosti lociranja deponija i na većim udaljenostima jer je prijevoz željeznicom, a i vodnim prometom znatno jeftiniji od klasičnog i dosada uobičajenog prijevoza. Na taj način otvara se mogućnost ozbiljnog smanjenja broja deponija jer su transportni troškovi komunalnog otpada svedeni na prihvatljivu razinu. Prema tome, takav način sanacije komunalnog otpada omogućava suvremen i nadasve kvalitetan način ekološke zaštite okoliša.

Zaključak

Ovim sustavom tretiranja komunalnog otpada eliminira se gomilanje opasnog otpada i smanjuje se broj deponija. Na deponijima se reciklažom dobiva materijal za primjenu u industriji za proizvodnju određenoga građevinskog materijala, gnojiva, energetskih briketa koji se u visokotemperaturnim reaktorima uplinjavaju i koriste za proizvodnju električne energije, a istovremeno štitimo okoliš od zagađenja.

Na taj način proizvedena električna energija može se koristiti u industrijskim pogonima kao i energetska baza za pogon gradskoga, prigradskoga i međugradskoga tračničkog prometa pa i nekih novijih prometnih sustava, kao što su recimo magnetska lebdeća vozila (MAGLEV). Korištenje viška topline za zagrijavanje zgrada ili nekih industrijskih pogona je sekundarnog značenja, ali ipak energetski opravdana i rentabilna.

Tim sustavom ne reducira se samo volumen otpada kao što je to slučaj kod većine ostalih metoda, već dolazi do uklanjanja kompletnog sadržaja otpada i automatske reciklaže vrijednih materijala prilikom koje se transformira otpad u nove vrijedne proizvode.

Krajnji cilj je definirati ekološki prihvatljiv model koji bi u praksi zadovoljio postavljene ekološke i ekonomske kriterije. Tako utvrđen model mogao bi se primjenjivati kao provjereno rješenje na cijelom području RH.

Literatura

1. <http://www.pyromex.com> Web stranica **Pyromex waste to energy** (online), Rotkreuz/Zug: Pyromex AG.
2. Tehnix, Donji Kraljevac, Međimurje.