

Articol bibliografic

Deșeurile, Sursă Alternativă de Energie

RUSU A.T.*, T. RUSU

Universitatea Tehnică Cluj – Napoca, Constantin Daicoviciu St., no. 15, 400020 Cluj – Napoca, Romania

Primit în data de 10 iunie 2010; primit în forma finală după recenzie în 25 octombrie 2010; acceptat în 2 noiembrie 2010
Disponibil online din 1 decembrie 2010

Rezumat

Deșeurile urbane aflate în depozite, pot constitui o sursă de energie. Substanțele organice din deșeuri, sub acțiunea bacteriilor, suferă un proces de reducere anaerobă în urma căruia rezultă o cantitate însemnată de biogaz, ce conține în medie peste 50% gaz metan, cu o mare putere calorică. Aceste gaze pot fi captate printr-o rețea de conducte, filtrate, sunt uscate și pot constitui combustibilul pentru un motor cu combustie internă care acționează un generator de curent, sau pot fi lichefiate. Astfel pornind de la deșeuri, se obține energie electrică, o energie curată și ușor de transportat. În acest mod toate depozitele de deșeuri urbane din România pot să devină producătoare de energie. Avantajele sunt enorme, prin faptul că se obține energie din deșeuri neutilizabile și pe de altă parte, se captează biogazul care are un efect de seră mult mai puternic decât dioxidul de carbon.

Cuvinte cheie: deșeuri, generator de tensiune, combustie, combustibil

Index G_c =producția totală de gaz pe tonă de deșeu până la timpul $t=\infty$; TC=Total Carbon, conținutul total de carbon al deșeului în kg/Mg; T = Temperatura la rampa de depozitare; f_d =factorul de descompunere, în condiții optime, maximum prin putrezirea până la momentul $t=\infty$, cota de TC eliminabilă; $f_d=0,7$; f_o =factor de optimizare, raportul dintre eliminarea de TC reală și cea maxim posibil, $f_o=0,7(-1,0)$; f_s =gradul de cuprindere condiționată de sistem; raportul între cantitatea de gaz colectată în condițiile rampei în funcție de sistemul de evacuare și cea real produsă; k = constanta de descompunere (1/unitate de timp).

1. Introducere

În toate rampele în care sunt depozitate gunoaie menajere și deșeuri industriale asemănătoare celor menajere, se ajunge, după o scurtă perioadă de timp, prin procese microbiene la descompunerea acestuia și la producere de biogaz [3]. Componentele organice din deșeuri, ca de exemplu resturi de alimente, deșeuri vegetale, textile, hârtie, lemn s.a.m.d., sunt descompuse prin activități bacteriale [3]. Methane (CH_4) and carbon dioxide (CO_2) is mainly produced.

Other gaseous compounds are also present, but only in small percentages. Usually they are gaseous compounds that emerge in this phase from the stored materials, due to their chemical and physical properties. The consequence is a big amount of hydrochlorofluorocarbon (HCFC1) [5]. Potențialul principal de risc în cazul gazelor din depozitele de deșeuri constă în pericolul de explozie și de asfixiere, dacă biogazul se emite necontrolat. Mai mult, materialele urât mirositoare din biogaz reprezintă un deranj pentru localitățile învecinate. Componentele toxice au efecte negative asupra oamenilor și animalelor, cât și asupra vegetației apărute în cursul recultivării suprafeței rampei de depozitare [6].

* Autorul căruia i se va adresa corespondența.
Tel.: 0040 264 401200; Fax: 0040 264 592055
e-mail: Tiberiu.Rusu@sim.utcluj.ro

Un alt pericol pe care gazul de la rampa de depozitare îl poate constitui este transformarea lui în agenți ai modificărilor climatice nou mai ales prin efectul de seră [8]. La apariția efectului de seră, gazul metan are o influență de 32 de ori mai mare decât cea a dioxidului de carbon (CO_2). Proportia metanului rezultat de la rampele de gunoi este estimată la 8-18% din cea a metanului eliberat în întreaga lume [3]. Din motivele prezentate mai sus este obligatoriu ca gazul rezultat de la rampele de gunoi, dacă se află într-o cantitate considerabilă, să fie colectat și utilizat ca sursă alternativă de energie [4].

2. Principii de Bază Privind Formarea Biogazului

La un conținut de umiditate optim, componenta de natură organică din deșeuri se poate

descompune, în condiții anaerobe, cu ajutorul microorganismelor, în metan și dioxid de carbon. În mediul anaerob din interiorul unui depozit de deșeuri, microorganismele trebuie să-și acopere nevoia de energie și de oxigen prin reducerea substanțelor organice [8]. În figura următoare se prezintă procesele complexe care conduc la ruperea legăturilor polimerice până când se ajunge la formarea metanului [5].

Gazul astfel produs, uscat, este în mod normal saturat. Constă aproape exclusiv (cca. 99% din volum) din cele două componente inodore, metan CH_4 (50-60% din volum) și dioxid de carbon CO_2 (40-50% din volum). Celelalte componente care, însumate depășesc numai rar 1% din volum, sunt totuși decisive pentru efectul gazului ca substanță urât mirositoare (în special mercaptani, amoniac, sulfuri) sau alte gaze dăunătoare [3].

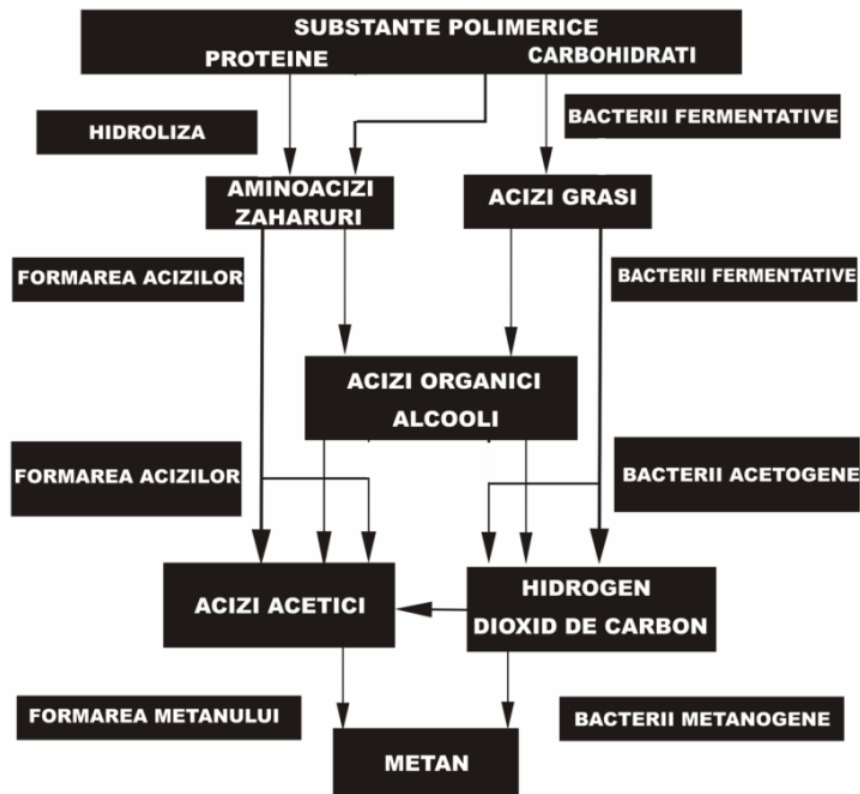


Figura 1. Descompunerea anaerobă a substanțelor organice

Efectul dăunător al gazelor insoțitoare poate fi evaluat din perspectiva poluării atmosferei (de ex. concentrații de gaz inadmisibile pentru personalul de la rampa de depozitare și pentru plante din zonă) sau a prejudicierii posibilităților de utilizare a gazelor în scopuri energetice (N_2S , hidrocarburi) [3].

Compoziția gazului de la rampa de depozitare variază în funcție de vârsta rampei, producerea de CO_2 începând imediat după depozitare, iar formarea metanului după o fază scurtă de fermentație anaerobă acidă [1].

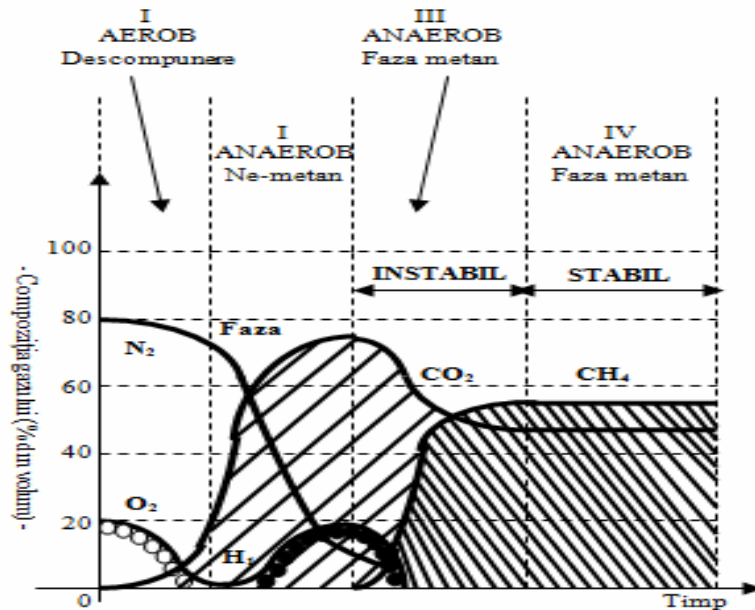


Figura 2. Modificarea compoziției gazului de la rampa de depozitare în funcție de timp (Farquhar/ Rovers, 1973 [6])

Incinerarea sau valorificarea gazului de la rampa de depozitare poate fi realizată la scară industrială numai după atingerea „fazei metan stabile”. Intrarea în faza metan stabilă este caracterizată prin faptul că se obține raportul:

$$\frac{CH_4}{CO_2} \geq 1$$

Metanul este purtătorul de energie al gazului de la rampă. Are o valoare calorică de 35,5 MJ/m³N. Pe baza compoziției gazului colectat de la rampă poate fi calculată valoarea calorică. Deoarece la o valorificare termică elementele ignifuge, inerte, adică în principal CO_2 și azotul, trebuie să fie încălzite și ele, pentru un gaz cu 55% CH_4 , 36% CO_2 , 8% N_2 și 1% O_2 rezultă o valoare calorică minimă de:

$$Val.cal. = 18,5[MJ / m^3n]$$

3. Determinarea cantității de biogaz

O Cunoașterea conținutului în carbon al deșeurii depus este o premisa esențială pentru calcularea producției de gaz. Se pleacă de la faptul că în rampele pentru gunoiul menajer din Germania, fără luarea în considerare a deșeurilor inerte și fără colectarea selectivă a deșeurilor biologice, există 170-220 kg carbon/tonă de gunoi

umed ca substrat. Pentru inițierea unei stații de îndepărtare a gazelor trebuie verificată aceasta valoare în funcție de compoziția deșeurilor. Adesea, având în vedere pretratarea sau colectarea selectivă, avem un conținut mai redus în carbon.

Pentru deșeurii depozitate la ora actuală în rampele românești, conținând mult material organic, se poate presupune că există >220 kg carbon/ tonă de gunoi umed.

La fermentația gunoiului ia naștere o cantitate de gaz modificabilă în timp. Producția de gaz specifică teoretică G_e dată în volum pe tonă de deșeu (m³/ tonă) poate fi calculată din conținutul în carbon al substratului de deșeurii. După legea gazului ideal, la transformarea biochimică a 1 kg de carbon (TC) se formează 1,868 m³ de gaz, independent de producția de dioxid de carbon (CO_2) și metan (CH_4).

$$G_e = 1,868 * TC[m^3 / MG]$$

Din care 1,868 = m³ gaz pe kg TC.

În mod normal întreaga producție de gaz G_e , se micșorează cu o proporție asimilată de carbon. Această afirmație se sprijină pe constatarea lui Tabasaran, 1976 [6, 7], care compară degajarea gazelor la rampa de depozitare cu aceea din recipientele de fermentare:

$$G_e = 1,868 * TC * (0,014 * T + 0,28)$$

Considerant TC = 1 kg, Ge variaza linear in functie de temperatura de fermentare cand aceasta variaza intr -25 si 30°C si obtinem graficul:

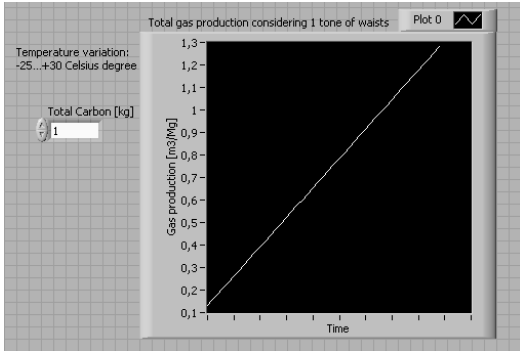


Figura 3. Producția totală de gaz pentru o tonă de deșeuri

Pentru 1 kilogram Carbon se estimeaza o valoare mai mare de 220 kg/tona pentru o simulare de 1 kilogram.

Deoarece recipientele de fermentare sunt administrate de regulă ca reactoare de limpezire, iar o rampă de depozitare trebuie considerată ca Reaktor Batch cu caracter fix, autoliză (autogenerarea) maselor de bacterii formate trebuie luate în considerare prin asimiliare.

Influențele esențiale asupra reducerii cantităților de gaze care pot fi obținute teoretic, Ge, sunt expuse în cele ce urmează.

O proporție de circa 30% din carbon, abreviat TC (Total Carbon), nu este accesibilă unei transformări în gaz, deoarece nu dispune de legături care să poată fi descompuse (de ex. lignina sau părți ale materialului plastic). Acest lucru se ia în considerare prin factorul de descompunere $f_d = 0,7$.

Până la 5% din TC este transportat în formă dizolvată cu apa de infiltrații. Când condițiile de mediu de la rampă nu sunt optime pentru descompunerea anaerobă, local se poate ajunge la formarea unor cuiburi uscate, la frânarea prin anumite substanțe sau la o subalimentare cu săruri și urme de alte elemente. Aceste elemente sunt redade în factorul de optimizare f_o .

Producția reală totală de gaz G_t se compune din:

$$G_t = G_e * f_d * f_o = 1,868 * TC * f_d * f_o [m^3 / MG]$$

S-a ținut seama de producția totală de gaz pentru 1 kilogram de total carbon.

Produsul $f_d * f_o$ poate fi estimat ca < 0,5, adică mai mult de 50% din potențialul de gaz

calculat teoretic (G_e) nu se obține în condițiile de la rampa de depozitare.

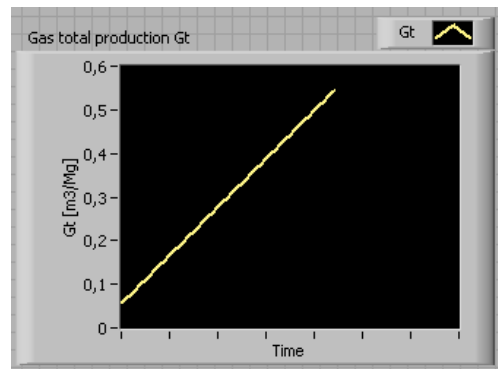


Figura 4. Producția totală de gaze

Cu ajutorul sistemelor tehnice de evacuare a gazelor utilizate până acum, se colectează numai o parte anumită din producția reală de gaz. Captarea de gaz G_c , ca volum de gaz colectabil tehnic este mai redusă cu factorul f_s decât producția reală de gaz G_t , diferența fiind pierderea de gaz G_p :

$$G_c = G_t * f_s = 1,868 * TC * f_d * f_o * f_s$$

$$G_p = G_t - G_c$$

Evoluția în timp a producției de gaz poate fi descrisă printr-o reacție de descompunere de ordin întâi. Dacă se introduce în echivalența de mai sus factorul de timp f_t * suma producției de gaz până la momentul t poate fi calculată:

$$f_t = 1 - e^{-k*t} [-]$$

Trecerea de la o perspectivă statică la una dinamică asupra degajării de gaz se realizează prin introducerea noțiunii de debit de gaz Q în m^3 /unitate de masă și timp:

$$Q_t = G_t * f_t = G_t * k * e^{-k*t} [m^3 / Mt]$$

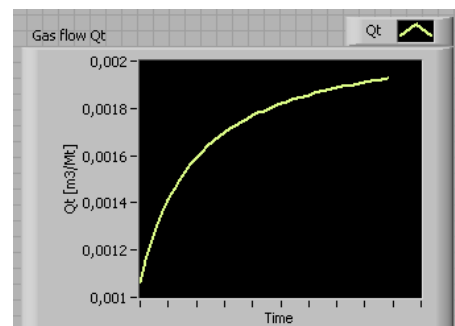


Figura 5. Fluxul de gaz

4. Sisteme de colectare a biogazului

În prezent există sisteme orizontale și verticale de evacuare a gazelor; iar în Germania s-au folosit până la ora actuală cu precădere sisteme verticale pentru evacuarea gazelor de la rampele de depozitare. Pentru obținerea unui efect de evacuare mai mare, ar trebui ca, la proiectare, să se pornească de la următoarele captări specifice de gaz:

$$\text{Puț } q_{c,\text{sgaft}} = 2,0 [m_n^3/h * \text{ldm}]$$

[lungimea perforată a țevii]

Suprapresiunea poate fi numai atât de mare, încât rarefierea aerului să rămână suportabilă. Experiența a arătat că la puț nu ar trebui să depășească 30 până la 50 mbar.

În practica evacuării gazelor se folosesc captări specifice de gaze atât mai mari, cât și mai reduse – prin reglarea suflantelor. Sistemele verticale de evacuare a gazelor au o zonă de influență în formă de cerc. Estimarea zonei de influență și a gradului de captare a acestuia se face după următoarele ecuații:

$$Q_{c,\text{put.}} = h_p * q_{c,\text{put.}} [m_n^3 / h]$$

$$Q_{t,\text{put.}} = q_{t,\text{put.}} * \pi * R^2 * h [m_n^3 / h]$$

$$R^2 = Q_{c,\text{put.}} / q_{t,\text{put.}} * \pi * h * E * f (E^{-1} - E^2) [m^2]$$

$Q_{c,\text{shaft}}$ reprezintă captarea de gaz (puterea de sucțiune) a puțului de gaz [m_n^3/h],

h_p lungime perforată a conductei drenate [m] și

$q_{c,\text{shaft}}$ – captarea specifică de gaz [$m_n^3/m h$];

În a doua formulă :

$Q_{t,\text{shaft}}$ reprezintă producția de gaz în zona de influență a puțului [m_n^3/h],

$q_{t,\text{shaft}}$ producția de gaz specifică în zona de influență a puțului [$m_n^3/m^3 h$],

R raza de influență a puțului [m]

h înălțimea rampei, $h_p + 4m$, câte 2m interval de siguranță sub stratul de acoperire sau deasupra bazei [m].

E - este gradul de colectare a gazului Q_c / Q_t [-] iar f reprezintă factor care ține cont de restul suprafeței dintre cercurile în cea mai densă depozitare și suprafața totală.

5. Concluzii

Reziduurile menajere pot fi folosite pentru obținerea unor surse alternative de energie cum este biogazul. Biogazul poate fi folosit pentru încălzirea serelor, fermelor și caselor, dar pentru obținerea de energie electrică, dacă se utilizează un motor cu ardere internă care utilizează ca sursă de energie biogazul. Motorul cu ardere internă poate acționa un generator de curent. Curentul produs de generator poate asigura independența energetică a unui depozit de deșuri, poate în unele cazuri să deservească o zonă limitrofă cu energie sau energia electrică poate fi introdusă în rețeaua de alimentare cu energie.

Recuperarea biogazului și utilizarea lui ca sursă alternativă de energie, este benefică pentru mediu și prin faptul că gazul metan are un efect de seră mult mai pronunțat decât dioxidul de carbon.

Bibliografie

- [1] Antonescu N., R. Polizu, M. Popescu, 1988, Valorificarea energetica a deseurilor: procese si instalatii de ardere. Editura tehnica, Bucuresti
- [2] Pietraru I., 1982, Lalde pentru depozitarea slamurilor, cenusilor, zgurilor, sterilelor si deseurilor menajere. Editura tehnica, Bucuresti
- [3] Rusu T, M. Bejan, Deșeul, 2006, Sursa de Venit Editura Mediamira, ISBN-973-713-119-3
- [4] Rusu T., 2006, Contract MENER – Managementul Gestionarii deseurilor urbane in municipiul Cluj-Napoca - Contract nr. 82/2006 CNCSIS
- [5] Rusu T., 2007, Contract de cercetare – Proiect de inchidere a depozitului de deseuri – Urbana Bistrita - contract nr. 287/2007
- [6] Rusu T, V. Soporan, O. Nemeș, 2008, Deșuri și Tehnologii de Valorificare Editura UTPRESS, ISBN - 978-973-662-371-4
- [7] *** International Standard I.S.O. 14.000
- [8] ***, www.gestiuneadeșeurilor.ro