

ГЛАВА 11: ТЕХНОЛОГИИ ЗА ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ ЕНЕРГИЙНИЯ ПОТЕНЦИАЛ НА ГРАДСКИ ОТПАДЪЦИ

11.1. Цели

След приключване на обучението студентите трябва да могат да:

- *Аргументират предимствата при преработка и оползотворяване на отпадъци;*
- *Познават механизма за производството на биогаз от твърди отпадъци в градските райони;*
- *Използват технически решения за използване енергийния потенциал на отпадъците в градските райони;*
- *Разработват техническо решение за организацията на завод за преработка на градски отпадъци и производство на биогаз.*

11.2. Общи положения при усвояване енергийния потенциал на отпадъци

В контекста на непрекъснатия демографски растеж и ограничаването на пространствата за съхранение на отпадъците, повечето от които не отговарят напълно на изискванията по отношение на опазването на околната среда и здравето на населението, управлението на битовите отпадъци се е превърнало в наболял екологичен проблем не само за местните, но също така и за националните и международните правителствени организации.

Най-често за управление на градските биоразградими отпадъци, се използва:

- **Допълнителна топлинна обработка/изгаряне** (пиролиза и газификация). Чрез нея органичният материал се разгражда при средна и висока температура, в резултат на което се получава твърдо вещество (въглища) и газ;
- **Автоклави** – прилагат се за болнични отпадъци. Това е процес на предварителна обработка с цел стерилизация преди окончателното съхранение. Отпадъците се обработват с пара под налягане в метална камера и се превръщат в стерилен, мек материал;
- **Компостиране** - използва се за хранителни отпадъци и друга органична материя от селскостопанско производство. Това е процес на разпадане в присъствието на анаеробни микроорганизми. За осигуряване оптимални условия на компостиране трябва да бъдат стриктно следени няколко параметъра: температура и влажност на органичното вещество, концентрация на кислород, поръзност на материала и съдържание въглерод и азот;
- **Механична и биологична обработка** - процес на предварителна обработка на отпадъците преди използването им или повторната им преработка. Основната цел е да се раздели потока на отпадъците на компоненти с цел по-нататъшно рециклиране или повторна преработка.
- **Съхраняване на отпадъци** - най-малко препоръчвания метод, поради недостатъчните зони за съхранение на отпадъците, въздействието върху околната среда (земя, подземни води, въздух) и обгазяването. Този метод не осигурява повторната употреба на материалите.

Европейският съюз е поставил ясна цел за намаляване до 65% на количеството органични отпадъци, изхвърлени на сметища до 2014 г., като към момента в някои европейски страни съхранението на необработени органични отпадъци вече е забранено. От друга страна насърчаването на производството на “зелена” електрическа и топлинна енергия от ВЕИ е задължително.

- **Количеството биогаз, биомаса и енергия, произведени в света за една година.** Позициите на редица автори, изложени в научни статии показват, че това количество може да покрие днешното потребление на петрол в световен мащаб. За да се онагледи това твърдение се разглежда пример с град с 1 милион жители.

Исходни данни:

- Отпадъците, събрани за един ден (улични отпадъци, хранителни отпадъци, от площи, паркове и др.) възлизат средно на 0,8 kg на жител за 1 ден, т.е. до 300 kg на жител за 1 год;

- Вижда се, че събраните отпадъци достигат 300 000 t/y, от които:

а) 35% са отпадъци като метали, хартия, стъкло, пластмаса и др;

б) 65% са отпадъците, които могат да се използват за производство на биогаз, (приблизително 200 000 t/y).

Приема се, че от 1t отпадъци се получава 400 m^3 биогаз. Следователно за 1 год. количеството произведен биогаз е $800 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, което от своя страна при топлотворна способност от 3000 kcal/m^3 съответства на $240 \cdot 10^9 \text{ kcal/y}$. Като се имат предвид загубите, получени след процеса на ферментация и ако се приеме, че 40 % от биомасата се използва за биогаз при топлотворна способност 2500 kcal/kg , се получава $200 \cdot 10^9 \text{ kcal/y}$. Ако се добавят топлинните загуби, получени след изгаряне на биогаза, резултатът е $440 \cdot 10^9 \text{ kcal/y}$ за едномилionen град и това е полученото количество само в рамките на една година. Като се оцени средната консумация на метан на глава от населението, равна на 100 m^3 , годишното потребление ще бъде $1,2 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ за един милион жители, което осигурява приблизително $900 \cdot 10^9 \text{ kcal/y}$.

От представения анализ могат да се формулират следните изводи:

1. Използването на получения биогаз, заедно с изгарянето на отпадъците, останали след ферментацията и събрани от едномилionen град, ще съставляват около 50% от консумацията на метан, необходима в рамките на период от една година!
2. Световни статистически данни показват че биомасата, неизползвана от човека достига до $150 \cdot 10^9 \text{ t/y}$. Като се има предвид факта, че само един тон суха биомаса е достатъчен за производството на 300 m^3 метан (300 m^3 газ $\approx 1,25$ барела суров петрол $\approx 250 \text{ kg}$ конвенционално гориво), резултатът ще бъде $2,5 \cdot 10^6 \text{ kcal}$. Имайки предвид, че само 25 % от цялото количество на биомасата се превръща в метан, резултатът ще е $50 \cdot 10^9$ барела суров петрол, който е $34 \cdot 10^9 \text{ t/y} \approx 50 \cdot 10^9 \text{ t}$ суров петрол. Ето защо, ако $9 \cdot 10^9$ тона суров петрол се консумират годишно за отопление в световен мащаб (от които повече от 65 % нефт и газове), се получава, че само 5 % от преработваната ежегодно биомаса гарантира текущото потребление на гориво в света.
3. В специализираната литература е наложена тезата, че в резултат на фотосинтезата слънчевата енергия се "складира" в растенията, респ. в биомаса. Биологичното превръщане на слънчевата радиация чрез фотосинтезата осигурява снабдяване с енергия от биомаса, оценено на $3 \cdot 10^{21} \text{ J/y}$, което е десет пъти повече от общо консумираната енергия в света.

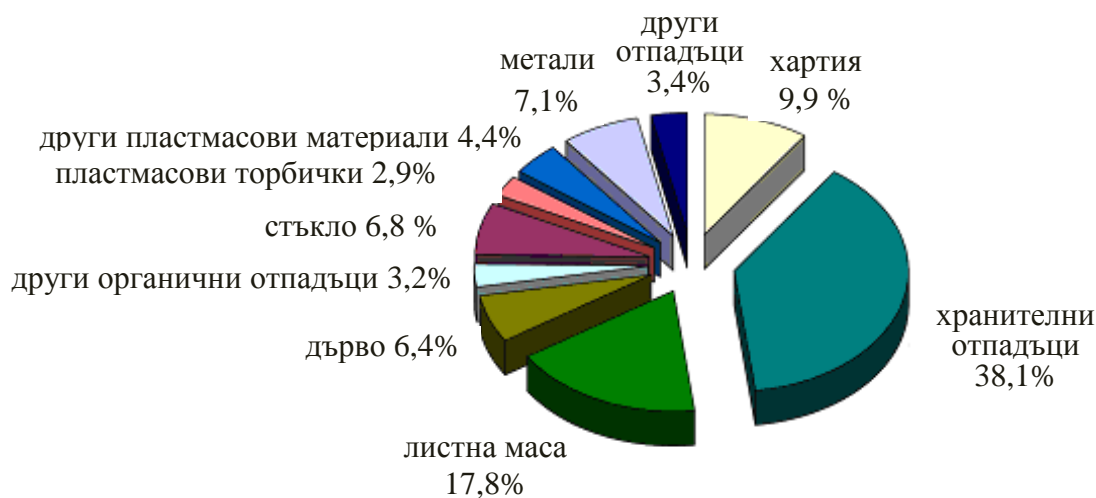
Като се отчете напълно факта, че целта на Европейския съюз в областта на възобновяемата енергия е над 30%от консумираната електрическа енергия да се осигури от възобновяеми енергийни източници, за нашата страна е задължително предприемането на средносрочни и дългосрочни действия с цел да производство на електрическа и топлинна енергия от отпадъци, като по този начин ще се насърчава развитието на иновативни технологии и използването им в практиката.

В трансграничния регион България-Румъния битовите отпадъци се събират от общините и като цяло няма строго разделяне на отпадъците преди тяхното депониране. Страните са задължени да спазват нормите по отношение на рециклирането и оползотворяването на отпадъците, затова е необходимо спешно тази практика да се промени и да се прибягва до селективна система за събиране.

Системите за рециклиране и изгаряне, както и технологиите за оползотворяване енергийния потенциал на отпадъците стават все по-популярни, особено в големите градски райони. На световно ниво има многобройни системи за разделно събиране на битови отпадъци, хартия, алуминий, стъкло, пластмаса и други опасни материали, като например батерии и хлорни продукти (масла, замърсени твърди материали). Тези системи за разделно

събиране, които вече са започнали да функционират в Румъния и България, допринасят изключително много за намаляване количеството на изхвърляните твърди отпадъци.

Органичните отпадъци, идващи от битовия сектор, както и от търговска или промишлена дейност, се състоят от материали, които имат значителна енергийна стойност и също играят важна роля в областта на системи за производство на електроенергия от ВЕИ. Затова се съди по значителния процент на биоразградимите съставки (приблизително 60%) от общия размер на хранителните отпадъци (фиг. 11.1). В бъдеще се прогнозира значително нарастване на ролята на тази биоразградима фракция на отпадъците, тъй като степента на рециклиране на ценни материали ще бъде се увеличи значително.



Фиг. 11.1. Разпределение на градските отпадъци

11.3. Производство на биогаз в общински сметища за твърди отпадъци

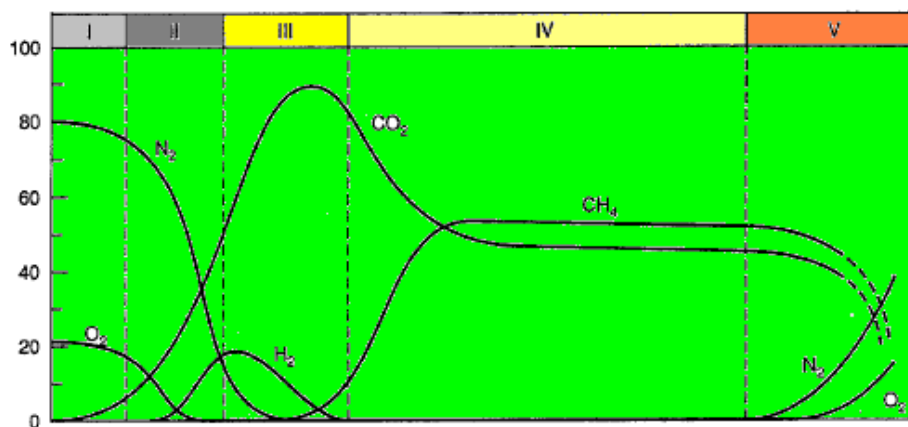
Производството на биогаз в общинските сметища за твърди отпадъци започва скоро след изхвърлянето на отпадъците, при което органичните компоненти претърпяват биохимични реакции. То се осъществява в 5 етапа (фиг.11.2).

Първият етап се нарича начален етап на подготовка, в който органичните биоразградими компоненти на твърдите отпадъци се подлагат на аеробно микробно разлагане (дължи се на наличието на въздух в слоевете на отпадъците). Тази реакция е подобна на процеса на изгаряне, тъй като се генерира въглероден диоксид и водна пара.

През *втория етап*, (етап на прехода), кислородът в отпадъците е изчерпан и започва АР.

В *третия етап*, действието на микробите ускорява образуването на значително количество органични киселини, като същевременно водородът намалява. В първата фаза ферментационните бактерии хидролизират високомолекулните съединения (целулоза, нишесте, пектин, липиди, полимери, протеини) и ги трансформират в нискомолекулни съединения, които могат да бъдат използвани от наличните микроорганизми като източници на енергия. Във втората фаза бактериите преобразуват микробните съединения, получени в резултат от първата фаза, в още по-ниско молекулярни съединения, като оцетна киселина (CH_3COOH), пропионова киселина, бутанова киселина и етанол. Газовете, получени по време на тази фаза, са: NH_3 , H_2S , CO_2 и др. Химичната реакция, която представя процесите е:





Фиг. 11.2. Изменение на газовия състав по време на етапите на производството на биогаз в общинските депа за твърди отпадъци, %

Четвъртият етап е метаногенният етап, в който се образува метан в присъствието на метаногенни бактерии или чрез конвертиране на киселините в CH_4 и CO_2 , или чрез намаляване на CH_4 и CO_2 . Стойностите на pH се повишават от 6,8 до 8. Основните реакции са:



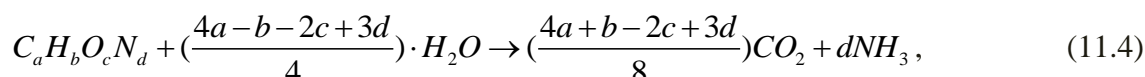
Петият етап е етап на “съзряване”. Тъй между слоевете на отпадъците се просмуква вода, част на останалите биоразградими материали не могат да бъдат разградени. Типичният състав на газа, получен в депата за отпадъци е показан в табл. 11.1.

Таблица. 11.1

СЪСТАВ НА ГАЗА В ОБЩИНСКИТЕ ДЕПА ЗА ТВЪРДИ ОТПАДЪЦИ

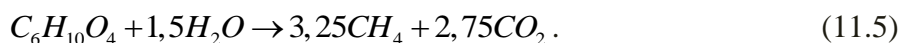
Химично съединение	Обемни проценти
Метан	45-60
Въглероден диоксид	40-60
Азот	2-5
Кислород	0,1-1
Водород	0-0,2
Амоняк	0,1-1
Въглероден окис	0-0,2
Сероводород, бензопирол и др.	0,01-1

Анаеробното разлагане на твърдите градски отпадъци в общи линии може да бъде описано с уравнението:



където $\text{C}_a\text{H}_b\text{O}_c\text{N}_d$ е моларната съставка на отпадъците в началото на процеса на разлагане.

Максималното количество метан, което може да бъде получено по време на процеса на анаеробно разлагане може да се определи приблизително с уравнението:



Оценката на емисиите на метан е обект на редица научни изследвания, подпомагани от мултинационални компании и публични администрации в много страни по света. Повечето опити са правени, за да се оценят емисиите на сметищен газ с цел те да се задържат и използват като възобновяем енергиен източник. Тези методологии могат да се използват и за оценка на потенциала на парниковите сметищни газове.

Методите, използвани в специализираната литература, включват най-простия подход, базиран на масовия баланс и наричан метод по подразбиране (разработен е от Bingemer и Crutzen), а също така и стехиометричният метод, метода на триъгълника и модела LandGEM.

Съгласно методичните указания на Междуправителствената експертна група по изменението на климата (IPCC), методологията, разработена от Bingemer и Crutzen, се използва като стандартна при оценката на емисиите на метан от депата за твърди отпадъци. За изчисляване емисиите на метан се използва следното уравнение:

$$Q_{CH_4} = MSW_T \cdot MSW_F \cdot MCF \cdot DOC \cdot DOC_F \cdot F \cdot \left(\frac{16}{12} - R\right) \cdot (1 - OX) \cdot [t / an], \quad (11.6)$$

където MSW_T е общото количество на генерираните градски твърди отпадъци, t/y;

MSW_F - частта от градските твърди отпадъци, която се изхвърля в депа. Приема се, че само 91% от генерираните отпадъци се изхвърлят в депа. Останалите 9% се рециклират, изгарят се на място или на специални площадки или изобщо не достигат депата поради неефективна система за управление на отпадъците;

MCF - корекционният коефициент на метана. Той зависи от метода на депониране и разполагаемата дълбочината на депата. За открити сметища и дълбочина по 5 метра в нормативните документи на IPCC се препоръчва стойност на този коефициент, равна на 0,4.;

DOC - разградимата органична фракция въглерод. Тя зависи от състава на отпадъците и е различна за различните градове. Определя се с помощта на това уравнението:

$$DOC = 0,4A + 0,17B + 0,15C + 0,3D, \quad (11.7)$$

където A - е хартията, картонът и текстилът, %;

B - листата, тревата, %;

C - плодовете и зеленчуците, %;

D - дървесината, %.

DOC_F - разградимата органична фракция въглерод, преобразувана в биогаз. Тя се изчислява съгласно уравнението:

$$DOC_F = 0,014t + 0,28, \quad (11.1.8)$$

където t е температурата в анаеробната зона на слоя отпадъци, ° C. (Приема се $t = 35$ ° C);

F - фракцията метан в сметищния газ, равна на 0,5;

R - възстановената фракция метан;

OX - коефициентът на окисляване на метана. Приема се че окисляването на метана възниква в горната част на слоя отпадъци, където има наличен кислород.

11.4. Технически решения за усвояване на енергийния потенциал на градските отпадъци

Анаеробното разлагане, като и оползотворяването на енергията от отпадна селскостопанска биомаса, е най-ефективната технология за първично и вторично стабилизиране на утайките от канализационната система, за третиране на промишлени отпадни води вследствие преработката на биомаса, храни и подлежащи на ферментация промишлени продукти, както и за третиране на органичната фракция на твърдите градски

отпадъци. Тази технология е намерила специално приложение при извличането на биогаз. Техническите решения, използвани в тази област в световен мащаб, са както следва:

а. Пречиствателни станции за отпадни води

Процесът на АР се използва за третиране на първична и вторична утайка, останала след анаеробна обработка на битовите отпадъчни води. Тази схема, заедно с усъвършенствани системи за обработка на отпадъчни води, се използва в много от развитите страни. Процесът на АР се използва за стабилизиране и намаляване на окончателното количество утайка. Като общо правило, в европейските страни, около (30-70)% от утайките, идващи от канализационната система се обработват с помощта на АР технологии, в съответствие с националното законодателство и приоритети.

Отпадните води могат да се използват като оборски тор или за производство на енергия чрез изгаряне. В някои страни, отпадъчните води се изхвърлят в депа. Тази практика обаче има отрицателни последици върху околната среда поради проникването в подпочвените води и емисиите на токсични газове в атмосферата, и затова тя е забранена в повечето европейски страни.

Трябва да се отбележи, че важни инвестиции в пречистването на отпадните води са направени и все още се правят в Румъния и България с подкрепата на ЕС. Сегашната ситуация показва, че в Румъния 644 места (265 общини и градове и 378 селски района) се характеризират с канализационни пречиствателни съоръжения. През 2010 г. само 83% от общия поток отпадъчни води е събран от общинските канализационни мрежи и след това третиран. Дори и днес в 41 градски зони с повече от 150 000 жители, отпадните води се заустват без каквато и да е предварителна обработка.

В Румъния утайките от пречиствателните станции за отпадъчни води (оценени на приблизително 171 086 тона) се депонират в общински депа. Някои изследвания са идентифицирали 31 селскостопански и хранително-вкусови предприятия, които изхвърлят органични товари, получени в резултат на дейността на 4000 души, директно в открити води. Само 26 от предприятията са снабдени с механични и биомеханични системи за пречистване.

Преди присъединяването си към ЕС Румъния и България разработват *План за прилагане на Директива 91/271/ЕЕС* за пречистване на отпадъчните води на общините съгласно измененията, въведени с *Директива 98/15/ЕС*. При тези обстоятелства много обекти могат да се превърнат в инсталации за биогаз, а селскостопанските и хранително-вкусовите предприятия могат да бъдат потенциални инсталации за биогаз. Въз основа на този план за внедряване, много проекти за пречистване на отпадъчни води на общините могат да бъдат разработени и приложени.

б. Заводи за преработка на битови отпадъци

В много страни твърдите битови отпадъци се събират, смесват и изгарят в големи енергийни централи или се съхраняват в депа. В действителност, при тази технология потребление на енергия е необходимо само за отделянето на органичната фракция от останалите отпадъци, след което последната се използва като суровина в процеса на АР. Дори събраните отпадъци в насипно състояние в крайна сметка могат да бъдат обработени и използвани за производство на биогаз.

През последните няколко години, както разделното събиране така и рециклирането на отпадъците се радват на още по-голяма популярност. В резултат на това фракциите, отделени от твърдите битови отпадъци сега стават обект на допълнително третиране преди рециклирането им. Познаването на произхода на органичните отпадъци е важно за да се определят най-подходящите методи на третиране. Битовите отпадъци като цяло са прекалено влажни и нямат подходяща структура за анаеробно компостиране, обаче, те са отлична суровина за АР. От друга страна, отпадъчната дървесина съдържа големи количества лигно-целулозни вещества и, ако не е предварително обработена, е по-подходяща за компостиране.

в. Промислени инсталации за биогаз

Анаеробните процеси са били използвани за обработка на промишлени отпадъци и отпадни води повече от век. Процесът на АР, приложен за градски отпадъци и отпадни води, в днешно време е стандартна технология за третиране на такива видове отпадни продукти от редица сфери на промишлеността, като се започне от хранително-вкусовата промишленост, през селскостопанските предприятия и се стигне до фармацевтичната промишленост. Тази технология може да се използва и за предварителна обработка на промишлени отпадни води, съдържащи органични вещества, преди окончателното им изхвърляне. Благодарение на съвременните нововъведения в технологията на обработка, дори и промишлени отпадни води с ниска концентрация могат да преминат анаеробно разлагане. Европа е заела позицията на световен лидер в прилагането на АР технологии. През последните няколко години възникналите енергийни и екологични проблеми доведоха до повишаване на информираността относно прякото анаеробно третиране на органичните промишлени отпадъци.

Управлението на промишлени твърди органични отпадъците все повече се обуславя от екологичното законодателство. Промислените сектори, които прибягват до АР обработка на отпадни води са:

- Хранително-вкусовата промишленост: консервна промишленост, мандри, кланици, фабрики за преработка на картофи и др.;
- Производство на напитки: пивоварни, фабрики за безалкохолни напитки, за производство на дестилати, за кафе и плодов сок и др.;
- Промислени продукти: хартиената и картонената индустрия, каучуковата промишленост, химическата промишленост, производство на нишесте, фармацевтичната промишленост и др.;

Промислените инсталации за биогаз осигуряват на общество и съответните индустрии редица ползи, а именно:

- Добавена стойност чрез рециклиране на суровините и намаляване на разходите за управление на отпадъците;
- Биогазът се използва за генериране на енергия.
- Преработката на отпадъците подобрява екологичния баланс на съответните индустрии.

От една страна се очакват екологични и социални ползи от използване процесите на АР при преработката на промишлени отпадъци, а от друга страна се очаква високите разходи на другите методи за управление на отпадъци да предизвикат покачване търсенето на промишлени биогазови инсталации в близко бъдеще.

г. Инсталации за извличане на сметищен газ

Използването на системи за сортиране и събиране на твърди отпадъци е нововъведена практика в Румъния. Тези системи са отскоро пуснати в употреба и трябва да се отбележи, че те се възприемат само като експериментални системи. Точно както в случая с управлението на отпадъчните води, Румъния е приела "План за изпълнение на Директива 1999/31/ЕС на Съвета на Европа по отношение на сметищата. Разработена е стратегия за намаляване на депонираните биоразградими отпадъци. Биоразградимите отпадъци са 61% от общите градски отпадъци в Румъния. За да се изпълнят целите за рециклиране и намаляване на депонираните биоразградими отпадъци, трябва да се вземат всички необходими мерки за повторното използване на биоразградимите отпадъци. В тази връзка на национално ниво могат да бъдат използвани два метода с цел за намаляване на биоразградимите отпадъци:

- а) компостиране (анаеробно разлагане);
- б) биологична и механична обработка (анаеробно разлагане), която води до производство и събиране на биогаз.

Депата за отпадъци могат да бъдат представени като големи биогазови инсталации, с изключение на това, че процесът на разлагане не е толкова постоянен и зависи от времето. Извличането на сметищен газ е от съществено значение за опазване на околната среда главно защото тази технология намалява емисиите на метан и други газове и газови пари в атмосферата. Сметищният газ е евтин източник на енергия и неговият състав е подобен на биогаза, произведен в технологичните биогазови инсталации (50-70% метан, 30-50% въглероден диоксид). Сметищният газ също може да съдържа токсични газове, получени в резултат на разлагането на сметищните вещества.



Фиг. 11.3. Инсталация за извличане на сметищен газ (NST Engineers, 2007)

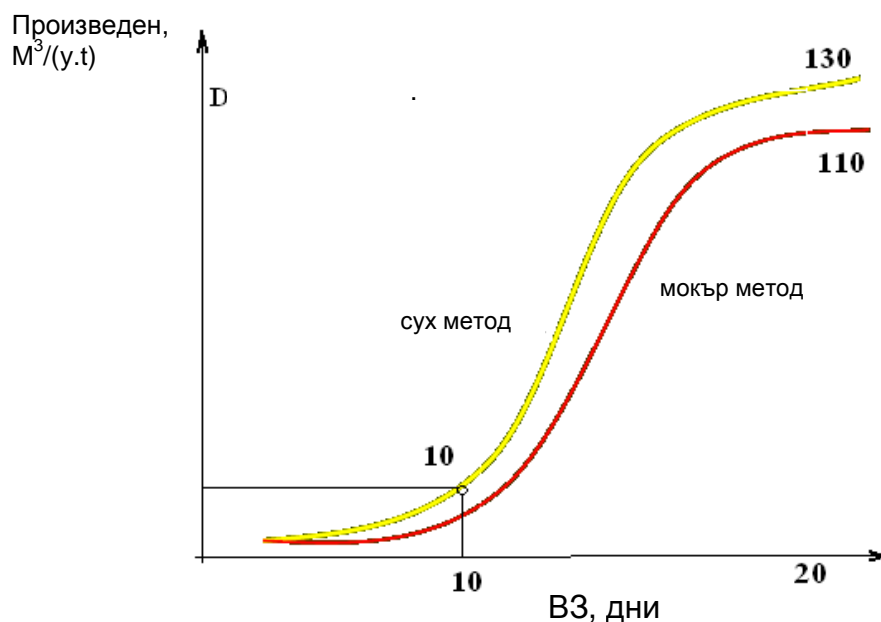
Високата производителност при извличането на сметищен газ може да бъде допълнително увеличена чрез подходящо менажиране, което включва: раздробяване на отпадъците, рецикулация на органичната фракция и внедряване на подобни на биореактор сметища. Сметищните биореактори са предназначени да ускорят превръщането на твърдите отпадъци в метан. Те обикновено са съставени от няколко клетки и са оборудвани с една система за събиране на отпадни води, която се намира в самата основа на биореактора. Отпадните води се събират и изпомпват на повърхността, след което се разпределят към всички клетки. Така сметището се превъща в много голям по размери ферментатор за разграждане на твърди отпадъци.

Извличането на сметищен газ води до определени ползи, като например бързото стабилизиране на земята, където са разположени депата за отпадъци, както и финансови печалби, придобити след продажбата на биогаза. Поради големите разстояния до сметищата, генерираният биогаз обикновено се използва за производството на електрическа енергия, но и за други цели, като например за производство на топлинна енергия, след допълнителна обработка за гориво на автомобили или за подаване в газоразпределната мрежата.

11.5. Организация на завод за преработка на градски отпадъци и производство на биогаз

Според анализи на Американската агенция за опазване на околната среда общото количество на антропогенните емисии е достигнало 317 500 000 t през 2010 г., от които почти 14 %, (по-точно 43 200 000 t) се дължат на емисиите от сметищата.

Опитът в тази област показва, че в много ситуации количеството биогаз, произведен във времето, зависи от много фактори. Периодът на експлоатация на депото е определящият фактор. Вече е установено, че процесът на разлагане на отпадъците започва около 3 месеца след тяхното депониране и продължава над 20-50 години.



Фиг. 11.4 Теоретични криви на производство на биогаз в биореактор

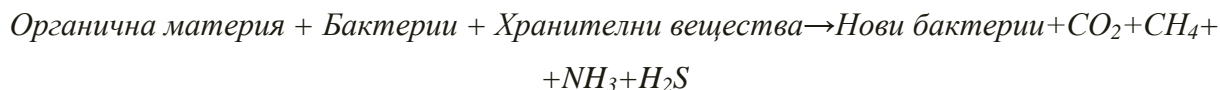
В първите години след депонирането добивът на биогаз бързо се увеличава от 0 до $11 \text{ m}^3/(\text{t.y})$, след което започва непрекъснато да намалява. В тази връзка, в рамките на технологичния поток на дадена инсталация за преработка на градски отпадъци и производство на биогаз, теоретичната крива на производство при използване на биореактор, представена във функция от времето на задържане в реактора (ВЗ), има формата, показана на фиг.11.4. Скоростта на извличане на биогаз зависи в по-голяма степен от вътрешната температура на слоя отпадъци и по-малко от атмосферните условия; по отношение на температурата ($35\text{--}37$) °C са оптимални за производството на биогаз. В същия контекст сезонните температурни промени не влияят значително на скоростта на извличане, тъй като реакциите на разпадане на органичните отпадъци гарантират почти постоянна целогодишна температура от около 50 °C.

Друг важен фактор е концентрацията на влага в отпадъците. Тя трябва да се поддържа в рамките на 50 до 60 %. Колкото по-влажни са депонираните отпадъци, толкова по-висока е степента на тяхното разлагане. Стойности на влажността над 65 % ще доведат до формирането на значителни количества утайка, която трябва да се събира и отстранява. Когато съдържанието на отпадъци е по-ниско от 30 %, утайката ще се разгражда бавно, тъй като действието на микробите е възпрепятствано. Видът на отделените от утайката отпадъци влияе не само на състава, но и на количеството произведен биогаз.

За разлика от синтетичните отпадъци (напр. инертни материали като стъкло и др.), от органични отпадъци обикновено се получават газове, съдържащи CH_4 и CO_2 или други специфични газове като H_2S ако при разграждането участва пластмаса.

Физичните (дълбочина на слоя и др.) и химични характеристики (киселинност pH и др.) имат широко влияние върху производството на биогаз. За да се достигне максимално производство на биогаз, слойът трябва да е достатъчно дълбок за да се гарантира AP, като pH трябва да приема стойности, близки до неутралните, които са от 6,8 до 7,2.

Анализът на всички фактори, определящи производството на биогаз показва, че при отсъствие на кислород, биологичната трансформация на сложните органични съединения, получени от твърди градски отпадъци, в биоразградима органична материя, метан и въглероден двуокис следва механизма:



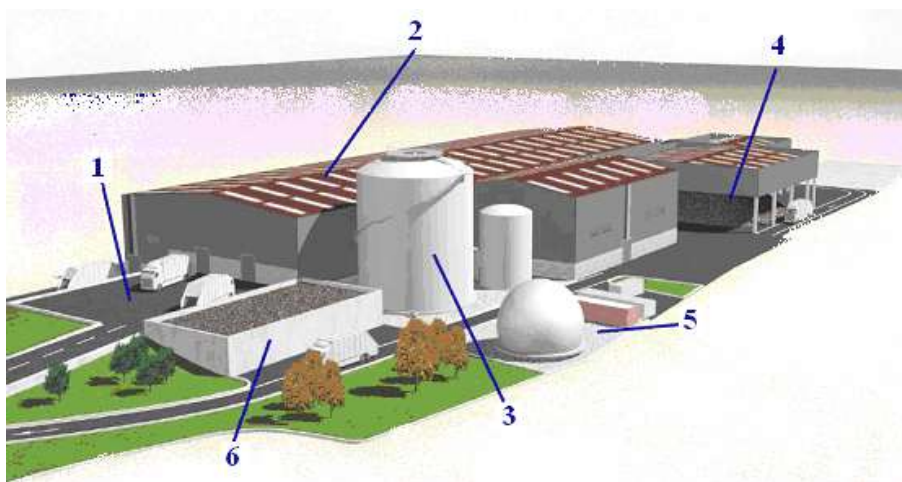
Биологичната анаеробна обработка на твърдите градски отпадъци, като най-често използван процес, е нещо средно между процеса на сепариране и опаковане в малки пакети (бали) и процеса на анаеробното компостиране. Той е алтернатива, насърчавана от Националния план за битовите отпадъци и е предназначен за намаляване на количеството отпадъци, които се изпращат към депата и след това подлагат на анаеробно разлагане и в крайна сметка компостират.

Този метод има редица предимства. Чрез него се намалява количеството отпадъци и се стабилизира биологичната активност на твърдите градски отпадъци, в резултат на което се произвежда биогаз, а така също и газовете CH_4 и CO_2 , които от своя страна могат да се използват в инсталациите за изгаряне на отпадъци. В същото време този метод намалява времето, необходимо за стабилизиране на твърдите битови отпадъци по време на ферментацията.

От друга страна, този метод има и някои недостатъци. Производство на NH_3 и H_2S . В същото време методът изисква допълнителен аеробен етап на зреене с цел да се трансформират отработените вещества в реална органична материя чрез формиране и фиксиране на нитрати (NO_3). Разходите за тези инвестиции са значително по-високи в сравнение с конвенционалните процеси на компостиране.

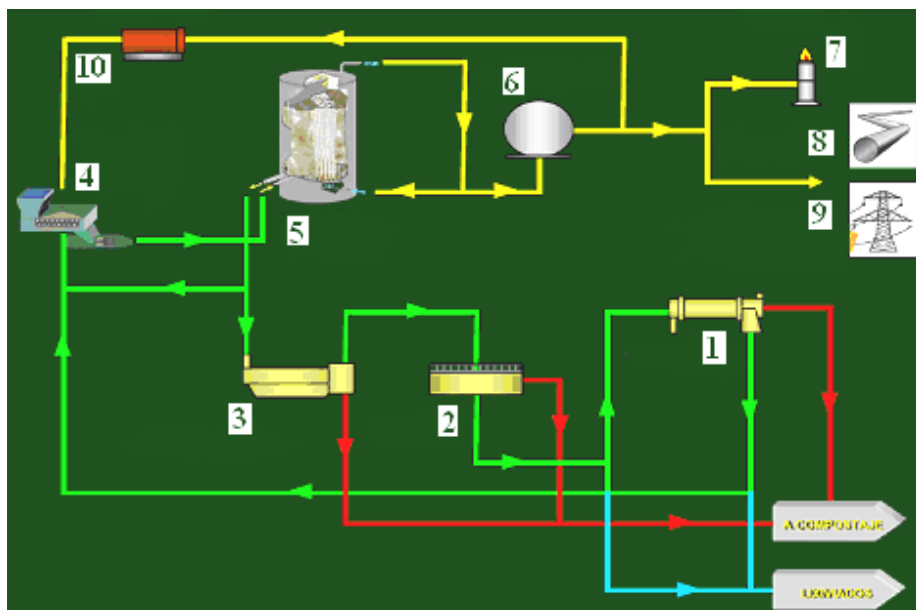
Въпросите, разглеждани в тази глава, корелират с тези в редица европейски държави по отношение на сложността на преработка на градските отпадъци и производство на биогаз. На фиг.11.5 е показана структурната схема на завод за преработка на градски отпадъци, а фиг. 11.6 - технологичния поток при преработката.

В зоната на входната площадка 1, отпадъците се вземат, а след това следва предварително сортиране. Зоната на предварителна обработка 2 допринася за елиминирането на бионеразградимите инертни вещества, които поради разликата в плътностите могат да причинят трудности в процеса на анаеробната ферментация. Като се има предвид сместа от сухи вещества в твърдите комунално битови отпадъци и вода, фракциите, които ще се формират и натрупат в биореактора са следните: фракция от тежки инертни материали (съставена от пясък, стъкло, керамика и др.) и фракция от леки инертни материали (съставена основно от пластмаси). В тази връзка е целесъобразно да се прилагат принципите на механично разделяне, базирани на разликата в плътностите или в размера на частиците.



Фиг. 11.5. Общ вид на проект на завод за преработка на градски отпадъци:

1 - входна площадка; 2 – зона за предварителна обработка; 3- зона на ферментация; 4 – зона на компостиране; 5 – зона за получаване на газ; 6 – открита зона за контрол.



Фиг. 11.6. Технологична схема при преработка на градски отпадъци:
1- центробежна система; 2 - сито; 3-смесител; 4-помпена система; 5-ферментатор (биореактор); 6-резервоар за газ; 7-горелка; 8-газоразпределителна мрежа за природен газ; 9-електроенергийна система; 10-станция.

В зоната на ферментацията определящият елемент е ферментаторът 5, който е изработен от метал или стоманобетон с външна изолация с цел намаляване на разсейването на топлина в атмосферата. Ферментаторът се захранва чрез помпената система 4, която осигурява зареждане, рецикулация и екстракция. В зоната на компостиране материалът се смила и дехидратира, след което се смесва със структурни материали. Според вида на веществото предварителната обработка попада в две категории: суха предварителна обработка и мокра предварителна обработка.

Сухата предварителна обработка се прилага към количествата твърди градски отпадъци, които не са били предварително смесени с разредители и тяхната относителна влажност е между 40 и 50%. Този метод може да се прилага, както при сухо, така и при мокро смилане.

Мократа предварителна обработка се прилага към количествата градски отпадъци, които имат концентрация на твърди вещества по-малка от 10 % и които са били предварително смесени с разредители. Този частен метод може да се приложи при мокрото смилане на отпадъците в етапа на тяхното сепариране, който технологично следва етапа, при който се добавя водата.

Преди постъпването си във ферментатора, предварително сортираните отпадъци претърпяват няколко етапа на смилане, както и отделяне на феромагнитните частици. Следва разлагане на твърдите органични фракции в специални реактори, където се извършва обработка с киселина. Получената полутечна органична материя се подава на анаеробния ферментатор. В енергийните спомагателни съоръжения, част от получения биогаз се използва за осигуряване функционирането на инсталацията (чрез станцията 10), докато, излишъкът се съхранява или подава като възобновяема енергия към националните енергийни системи (газоразпределителната мрежа 8 или електроенергийната система 9).

Отпадните продукти, състоящи се от течни и твърди компоненти, се оползотворяват като тор под различни форми (концентрирана хранителна течност, твърди частици или прах).

Тест за самоподготовка

1. Методът, предназначен за биоразградими градски отпадъци, при който органичната материя се разгражда при средни или високи температури, в резултат на което се получават твърди вещества (въглища) и синтетичен газ се нарича:

- а. Автоклавация;
- б. Допълнителна термична обработка;
- в. Компостиране;
- г. Всяко от по-горе изброените.

Отговор: б

2. При производство на биогаз в депата за градски отпадъци съставът на метана практически не се изменя по време на:

- а. Първия етап;
- б. Втория етап;
- в. Третия етап;
- г. Четвъртия етап.

Отговор: г

3. Сухата предварителна обработка на твърдите градски отпадъци се прилага при следните условия:

- а. Когато отпадъците са смесени с разредители, а влажността им е 10...20 %;
- б. Когато в отпадъците няма разредители, а влажността им е 40...50 %;
- в. Когато отпадъците са смесени с разредители, а общата концентрация на твърди вещества е по-малка от 10 %;
- г. Нито едно от изброените.

Отговор: б

Тест за оценяване

- 1. Обяснете защо обществото може да се възползва от промишлените инсталации за биогаз!
- 2. Разгледайте работния режим на работа на биогазова инсталация, използвана във ферма!