

СПОСОБИ ВИДОБУВАННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ З ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

С.І. Якушко, канд. техн. наук, доцент.
Сумський державний університет, м. Суми

Утилизацию твердых бытовых отходов в современных условиях целесообразно проводить на специально приспособленных полигонах, что дает возможность дополнительно получать большие объемы биогаза. Использование биогаза целесообразно проводить путем непосредственного сжигания в котлах для нужд теплоснабжения, если есть возможность равномерного его использования в течение всего года, и расстояние до места потребления биогаза находится в радиусе 3 км от полигона. Для потребителей, которые находятся далеко от полигона, необходимо обогащение биогаза с доведением его показателей до уровня природного газа.

Предложена абсорбционно-десорбционная схема очистки биогаза с использованием органического поглотителя, которая дает возможность обогащения биогаза до содержания в нем метана 94-95 %. Предварительные расчеты эффективности данной технологии показывают, что срок окупаемости установки будет составлять семь-восемь месяцев.

Утилизацию твердых бытовых отходов в современных условиях доцільно проводит на спеціально пристосованих полігонах, що дає можливість додатково одержувати великі об'єми біогазу. Використання біогазу доцільно проводити шляхом безпосереднього спалювання у котлах для потреб тепlopостачання, якщо має місце рівномірне його споживання на протязі всього року, і відстань до місця споживання біогазу знаходиться в радіусі 3 км від полігону. Для споживачів, що знаходяться далеко від полігону, необхідне збагачення біогазу, доводячи його до показників природного газу.

Запропонована абсорбційно-десорбційна схема очищення біогазу з використанням органічного поглинача, яка дає змогу збагачення біогазу до вмісту метану в ньому 94-95 %. Попередні розрахунки ефективності даної технології показують, що строк окупності установки складатиме сім-вісім місяців.

ВСТУП

Тверді побутові відходи (ТПВ) є неминучим результатом життєдіяльності людини. Вони негативно впливають на оточуюче середовище, до того ж асиміляція твердих відходів триває десятки і сотні років.

Тільки міста України генерують біля 40 млн м³/рік ТПВ (10 млн т/рік). Більше 90 % ТПВ збирається та вивозиться на 655 звалищ, розташованих поблизу міст. З них 140 звалищ представляють собою полігони ТПВ, придатні для збирання та подальшого використання біогазу, а 90 - є найбільш крупними, на яких розміщується до 30 % всіх ТПВ України [1].

Питомий річний вихід ТПВ на одного мешканця сучасного міста складає 250-700 кг. Так, у Києві за рік утворюється близько 800 тис. тонн твердих побутових відходів. В розвинених країнах ця величина щорічно збільшується на 4-5%, що втричі перевищує зростання населення.

До складу ТПВ входять такі компоненти: папір, картон - 20...30%, харчові відходи - 28...45%, дерево - 1,5...4%, чорні метали - 1,5...4,5%, кольорові метали - 0,2...0,3%, текстиль - 4...7%, кістки - 0,5...2%, скло - 3...8%, шкіра, гума, взуття - 1...4%, каміння, фаянс - 1...3 %, пластмаса - 1,5...5%, інше - 1...3%.

Полігони твердих побутових відходів мають серйозну екологічну загрозу як з точки зору надходження шкідливих стоків в ґрунтові води та відкриті водоймища, так і з точки зору виділення парникових газів (метану, двоокису вуглецю та інших) у повітря. Екологічні стандарти Європи передбачають обов'язкове збирання та спалювання цих газів, причому контроль газової емісії повинен проводитися не тільки в період експлуатації, але й на протязі тридцяти років після його закриття та рекультивациі.

Виробничі та тверді побутові відходи повинні розглядатися як потенційні вторинні матеріальні ресурси, максимально повно перероблятися та використовуватися з врахуванням технічних можливостей, економічної доцільності і екологічної безпеки на прийнятному рівні.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Переробка відходів є складовою частиною повного підходу до проблеми поводження з відходами: рециркуляція, скорочення об'ємів відходів, управління зберіганням відходів, їх використання для виробництва енергії.

Найбільш розповсюдженими видами промислової переробки ТПВ є спалювання, ферментація (аеробний розігрів за рахунок окиснення та розпаду органічної речовини на прості складові з подальшим використанням в якості компосту для удобрення ґрунтів), а також утилізація ТПВ шляхом переробки їх на спеціально обладнаних полігонах по технології твердофазного метаногенезу з одержанням біогазу в якості товарного продукту. Кінцевим продуктом після їх деструкції є мінералізована речовина, що залишається в товщі трансформованої маси.

Спалювання сміття відбувається у спеціальних пічках (нерухомих або обертових), які зазвичай обладнано теплоутилізаційними установками у складі котла-утилізатора, воздухонагрівача, економайзера, міні електростанції і бойлерної для мінімізації витрат зовнішнього палива. [2]. Потужність таких установок складає від 6 - 7 т/г до 500-550 т/г для переробки сміття міста з населенням 0,8 - 1 млн. людей. При собівартості переробки 30 - 35 грн/т і виробництві товарної електроенергії 80 - 100 кВт г., окупність витрат знаходиться в межах 4 - 5 років.

До кінця 80-х років сумарна потужність енергоустановок, які використовують в якості палива ТПВ, досягла більше 1200 МВт. Однак повного переходу від нейтралізації до утилізації ТПВ спалюванням у світовій практиці не сталося. Зараз відбувається переоцінка переваг технології спалювання ТПВ у зв'язку із складністю виконання природоохоронних вимог. Тому в останній час зупиняють діяльність багато сміттєспалювальних заводів: закрита низка заводів у США, Японії (м. Камаки), Фінляндії (Хельсинки) [2].

Прикладом подальшого вдосконалення технології спалювання сміття є впровадження потужних плазмових генераторів. Зараз створені та експлуатуються у промисловості плазмові установки для переробки відходів різного походження (промислові, побутові, небезпечні). Досвід їх використання показує, що переробка відходів може бути не тільки екологічно, але і економічно вигідним процесом.

Одним з самих перспективних напрямків таких робіт вважається використання низькотемпературної плазми. Плазмові технології переробки відходів пройшли стадію експериментального відпрацювання і наблизились до стадії промислового впровадження. Ключовою відмінністю технологій плазмової газифікації від звичайних технологій переробки відходів є високий рівень температур у газифікаторі (3000—8000 °С), що забезпечує практично повне переведення вуглецю у СО і дозволяє нейтралізувати шкідливі речовини. Паливний газ, що

утворюється в результаті газифікації, складається з водню (35—45%) і СО (25—35%), а також містить невелику кількість метану, ацетилену і етилену. Теплотворна спроможність одержаного газу може становити до 30—35% теплотворної спроможності природного газу. Це обумовлює можливість його використання для живлення газових турбін [3].

Найбільш досконалою є комплексна переробка побутових відходів, яка передбачає вилучення корисних компонентів із ТПВ з наступним похованням залишку на полігонах. Це дозволяє, по-перше, зменшити негативний вплив полігонів по захороненню ТПВ та шлаків, які утворюються в процесі спалювання відходів, на навколишнє природне середовище та здоров'я людини, а по-друге, вилучити корисні компоненти з ТПВ.

В Україні методи комплексної механізованої переробки ТПВ з метою вилучення основних утильних компонентів на практиці поки що не реалізовані. Незначна кількість ТПВ переробляється, при цьому вилучають механізовано чорні метали, а вручну - папір, скло, пластмасу і кольорові метали.

В Україні найбільш поширеним способом поводження з побутовими відходами є складування їх на полігонах поховання ТПВ. В цих умовах відходи піддаються інтенсивному біохімічному розкладанню, яке обумовлює, в тому числі, генерацію звального газу. Переважна більшість полігонів працює в режимі перевантаження, а 80% з них не відповідають вимогам екологічної безпеки.

На полігонах поховання ТПВ в Україні щорічно накопичується велика кількість вторинної сировини, серед якої паперу - до 2,7 млн т, чорних металів - до 405 тис. т, кольорових металів - до 27 тис. т і пластмаси - до 450 тис. т, які потенційно можуть бути вилучені механізованим способом та утилізовані. Вартість цієї вторинної сировини становить близько 1 млрд. грн.

Одним з основних компонентів ТПВ є харчові відходи (вміст харчової частини складає до 45%). Перспективним напрямком є використання харчової частини ТПВ для виготовлення корму для худоби та компосту як добрива для вирощування сільськогосподарських рослин та овочів.

Компостування являє собою процес біохімічного розпаду виділеної з ТПВ органічної частини з метою її перетворення в органічне добриво шляхом саморозігріву до 60 – 70 °С у спеціальних барабанах, або у теплових реакторах. Так, система АТГ з тепловими реакторами перетворює органічні матеріали у легку в поводженні волокнисту паливну біомасу [4]. Додатковою перевагою цього процесу є те, що при цьому вбиваються бактерії, які існують у ТПВ; це робить остаточну біомасу фактично стерильною та без запаху.

Але компостування можна вважати одним з перспективних методів утилізації ТПВ тільки в сполученні з методами попереднього збагачення.

Як показує аналіз, не існує універсального методу поводження з ТПВ, який би задовольняв сучасним екологічним та економічним вимогам. Економічні показники різних технологій переробки ТПВ за даними європейських фірм показують, що по загальним витратам найбільший показник 46,6 дол. США/т має технологія спалювання, загальні витрати при комплексній переробці складають 39,9 дол. США/т, по технології сортування – 36,7 дол. США/т, по технології ферментації – 28 дол. США/т [5].

Співставлення різних варіантів утилізації ТПВ показує, що найбільший розвиток та мінімальну кількість обмежень по екологічним та іншим умовам має технологія переробки відходів на полігонах ТПВ. До того ж, в сучасних умовах до переваг цієї технології відноситься можливість одержання нетрадиційного виду палива – звального газу або біогазу, який конче необхідний для української економіки.

Окрім того, метан, який утворюється на полігонах, є другим після вуглецевого газу по ступеню впливу на парниковий ефект в атмосфері Землі і, як наслідок, на глобальне потепління. Його вклад в парниковий ефект складає біля 18%. Концентрація метану в атмосфері щорічно збільшується на 0,6 % і за останні два століття збільшилась більш ніж у два рази. Оцінки, зроблені в 90-х роках, показали, що загальна емісія метану зі звалищ на Землі складає 35-70 млн. т/рік, або 6-18 % від його загального планетарного викиду в атмосферу. Ці дані підтверджені в опублікованому у 2001 році третьому звіті Міжурядової комісії по змінінню клімату. Встановлено, що метан має більш короткий період життя в атмосфері порівняно з іншими основними парниковими газами (CO₂ та NO₂), тому він знаходиться в атмосфері всього 8-11 років [6].

Стабілізація або зменшення емісії антропогенного метану в атмосферу буде сприяти швидкому зменшенню парникового ефекту. Основним способом, який може забезпечити вирішення цієї проблеми, є збирання та утилізація звального газу.

Потенціал біогазу, доступного для виробництва енергії на 90 крупних полігонах ТПВ, складає біля 400 млн. м³/рік, що відповідає приблизно 0,3 млн. тонн умовного палива на рік [1].

Пропонується збирати вказані гази з подальшим їх використанням для заміни природного газу, виробництва електроенергії, стискання газу з подальшим його транспортуванням спеціальним автотранспортом та заправки автомобілів (при цьому необхідне додаткове очищення газу).

Системи збирання та утилізації біогазу з полігонів твердих побутових відходів широко застосовуються у всьому світі з подальшим його використанням для потреб опалення та гарячого водоспоживання, у пральних (у Каліфорнії), для цегельних заводів (у ФРН) та цементних заводів (у Великобританії), тощо. У США з 600 звалищ, що діють станом на 2004 рік, біля 360 збирають та утилізують біогаз. Комерційне видобування метану можливо ще на 600 звалищах. У 2002 році в Європі діяло біля 750 об'єктів по утилізації біогазу звалищ побутових відходів. В Германії встановлено більш ніж 400 таких систем, в Швеції – 83, в Данії – 17. До 2025 року США планують одержувати 29 млрд. кВт/год електроенергії з побутових відходів та біогазу звалищ. Маса таких відходів у світі оцінюється у 4548 млн. тонн, а потенційні можливості виробництва з цієї сировини електричної енергії – 3929 МВт.

У зв'язку із значним загостренням енергетичної кризи в Україні, а також погіршенням економічної обстановки, все більш актуальним стає вирішення питань залучення в народне господарство нетрадиційних джерел енергії, одним з яких є біогаз, що утворюється на звалищах та полігонах ТПВ в результаті анаеробного розкладання органічної складової похованих побутових відходів.

У світовій практиці відомі наступні способи утилізації біогазу:

- факельне спалювання, що забезпечує усунення неприємного запаху та зниження пожаронебезпечності на території полігону; при цьому енергетичний потенціал біогазу не використовується;

- пряме спалювання біогазу для виробництва теплової енергії;

- використання біогазу в якості палива для газових двигунів з метою виробництва електроенергії та тепла;

- використання біогазу в якості палива для газових турбін з метою одержання теплової та електричної енергії;

- доведення вмісту метану в біогазі до 94-95 % з наступним його використанням в газових мережах загального призначення.

Доцільність використання того чи іншого способу утилізації біогазу обумовлюється конкретними умовами господарчої діяльності на полігоні і визначається наявністю платоспроможного споживача поблизу полігону.

В Україні немає нормативної бази, яка б дозволяла додавати біогаз після очищення та збагачення у мережі загального призначення.

Найбільш економічно оправданим є збирання та утилізація звального газу на полігонах ТПВ, що містять не менше 1 млн. тонн відходів, глибина яких сягає 10 м. Бажано, щоб значна частина відходів на полігоні мала термін зберігання менше 10 років. Зазвичай полігон вкривають шаром ґрунту товщиною не менше 30-40 см. Доля зібраного біогазу по відношенню до загальної кількості біогазу, що утворюється, складає 65-75 %, і навіть 85 %.

Стандартна система збирання біогазу складається з сітки вертикальних свердловин (шурфів), з'єднаних між собою горизонтальними трубопроводами. Радіус збирання біогазу навколо свердловини зазвичай складає 30-35 метрів. Тому середня кількість свердловин складає 2,5 свердловини на гектар. В залежності від місцевих умов вихід біогазу може становити від 5-50 м³ до 250 м³ на годину з однієї свердловини. Система збирання газу може охоплювати всю територію полігону після закінчення терміну його експлуатації, або окремі його частини.

Біогаз, що утворився у товщі похованих відходів на полігоні ТПВ, видобувається через спеціально пробурені свердловини за допомогою водокільцевих вакуум-насосів і по системі трубопроводів потрапляє у газозбірні пункти, а потім через вловіддільник та установку очищення - у газорегулюючу установку і далі на утилізацію.

Безпосереднє спалювання біогазу у котлах для потреб теплопостачання в радіусі 3 км від полігону є найбільш рентабельним способом його утилізації. Але для цього необхідно відносно рівномірне його споживання на протязі всього року, що суттєво впливає на економічні показники проекту.

Принципова технологічна схема видобутку й утилізації звального газу зображена на рисунку 1 [6].

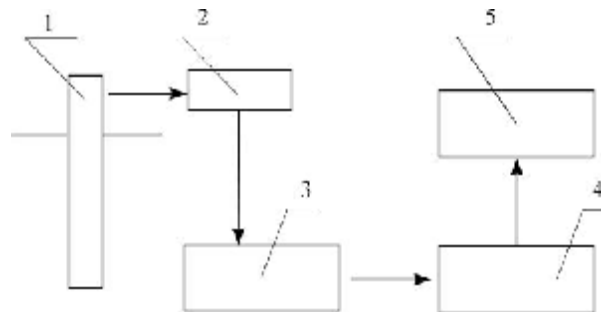


Рисунок 1 - Технологічна схема видобутку й утилізації звального газу:

- 1 - пристрій для відбору звального газу; 2 - газозбірний вузол;
3 - газозбірний вузол; 4 - блок підготовки та очищення газу;
5 - блок утилізації газу

Згідно до наведеної схеми на полігоні встановлюється сітка вертикальних газодренажних свердловин, що з'єднуються лініями газопроводів, в яких компресорна установка створює розрідження, необхідне для видобутку біогазу.

Установки для видобутку біогазу на полігонах ТПВ монтуються на спеціально підготовленій площадці за межами звального тіла (рис. 2).

Кожна свердловина здійснює дренаж конкретного блоку ТПВ, який умовно має форму циліндра. Стійкість роботи свердловини може бути забезпечена, якщо її дебіт не перевищує об'єму біогазу, що утворюється.

Оцінка продуктивності існуючої товщини ТПВ проводиться в ході попередніх польових газо-геохімічних випробувань.

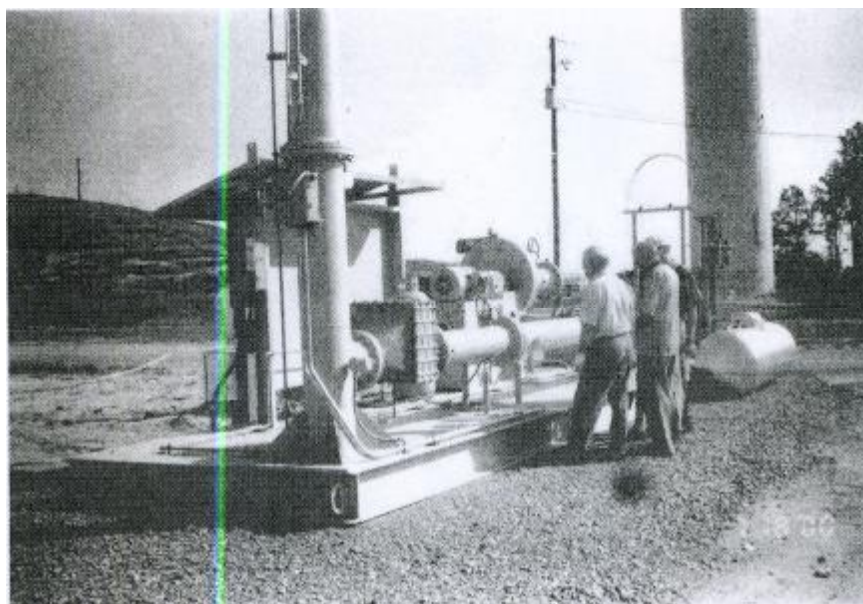


Рисунок 2 - Загальний вигляд установки для видобутку біогазу з полігону ТПВ

СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ

Біогаз - газова суміш, що утворюється в результаті анаеробного бродіння органічних відходів в присутності метаноутворюючих бактерій. Вихід біогазу залежить від багатьох параметрів: вологості, температури, складу відходів, кислотності і т.і. Метаноутворюючі мікроорганізми з'являються у відходах при вмісту води більше 50%, температурі, яка перевищує 30 °С, значенні рН більше 7. Склад біогазу залежить від складу відходів і представляє собою газову суміш метану (50-70%) та діоксиду вуглецю. В залежності від вихідної сировини біогаз може містити сірководень, азот, кисень, аміак, водень, пари води та інші домішки у незначній кількості. Біогаз - горюча суміш, однак його

теплотворна спроможність значно знижена із-за присутності в його складі діоксиду вуглецю, який є непотрібним баластом. Негативний вплив має також вміст у складі біогазу сірководню та парів води, що може призвести до утворення сірчистої кислоти, яка визиває корозію металевого обладнання.

Ефективність використання біогазу залежить від його якості. Якщо підвищити вміст метану в біогазі до 90%, його можна використовувати як паливо для двигунів, що працюють на метані. Збільшив вміст метану в біогазі до 96%, тобто доводячи його до показників природного газу, можна використовувати біогаз замість метану у різноманітних технологічних процесах.

Існує багато способів підвищення якості біогазу шляхом зниження вмісту у ньому домішок. Основними з них є адсорбційний, абсорбційний, криогенний, мембранний та деякі інші.

Адсорбційні методи є одними з найбільш поширених способів очищення газів. Їх застосування дозволяє повернути у виробництво ряд цінних з'єднань. При концентраціях домішок в газах більше 2-5 мг/м³ очищення стає рентабельним.

Адсорбційне розділення біогазу на основні компоненти базується на відносній селективності адсорбції метану та діоксиду вуглецю. Процеси адсорбційного розділення газів різняться головним чином в залежності від способу здійснення десорбції, яка є самою неефективною стадією процесу, тоді як адсорбційна стадія циклу відбувається досить швидко з високим ступенем ефективності.

Проведені досліді по поглинанню діоксиду вуглецю та водяного пару з потоку біогазу синтетичними цеолітами виробництва НІОХІМ (м. Харків) [7]. Досліджувались адсорбційні характеристики цеолітів типу А та X по діоксиду вуглецю та водяного пару при кімнатній температурі. Встановлено, що найбільшу ємність по діоксиду вуглецю має цеоліт СаА, а по парам води – NaA (0,05г/г та 0,18г/г відповідно).

Технологічно це реалізується в адсорбційних установках періодичної дії, що складаються з двох паралельних газових ліній, одна з яких знаходиться в стадії адсорбції, а друга - в стадії десорбції. Після насичення адсорбенту першої лінії, в стадію адсорбції включається друга лінія, а перша переходить в стадію десорбції. Основні витрати енергії при роботі періодичної адсорбційної установки - це витрати на десорбцію.

Запропонований метод короткоциклової безнагрівної адсорбції розділення біогазу на основні компоненти [8]. Відмінністю роботи установки є використання циклів із змінним тиском: адсорбцію проводять під більш високим тиском, ніж десорбцію.

Основною перевагою циклу із змінним тиском є відсутність стадій, пов'язаних з нагріванням та охолодженням адсорбенту. Завдяки цьому тривалість циклу може бути невеликою. Суттєвий вплив на роботу установки має вибір верхнього (адсорбція) та нижнього (десорбція) рівнів тиску, а також часового режиму роботи адсорберів. Встановлено [8], що найбільше зростання адсорбційної ємності цеоліту СаА по СО₂ спостерігається при тиску 0,1 МПа. Десорбцію необхідно проводити при максимально низькому тиску. Робота кожного адсорбера має чотири етапи: підвищення тиску в адсорбері до 0,5 МПа, адсорбція в динамічному режимі, зниження тиску в адсорбері до 0,01 МПа та десорбція під тиском 0,01 МПа.

Однак підвищення якості біогазу за допомогою адсорбційних процесів має певні недоліки, основний з яких полягає у великій енергоемності стадій десорбції і подальшого розподілення, що значно ускладнює його застосування. До недоліків можна віднести періодичність роботи, високі експлуатаційні витрати, а також те, що при несвочасній регенерації адсорбенту вони стають джерелом шкідливих речовин.

Перспективною є абсорбційна схема очищення біогазу від діоксиду вуглецю та інших домішок. Зараз в промисловості використовують в основному три методи абсорбційного очищення газів від CO_2 : водна, лужна (NaOH або Na_2CO_3) та моноетаноламінова.

Очищення газу водою відбувається під тиском 1,2—3 МПа. При цьому ступінь очищення не перевищує 80%. Метод потребує значних витрат енергії.

Операція очищення газу лугами дорого коштує, тому застосовується лише для поглинання невеликих концентрацій CO_2 .

Найбільш досконалою з перелічених є технологія очищення газу моноетаноламінами, яка має широке застосування. Шляхами інтенсифікації процесу абсорбції може бути заміна насадкових апаратів на горизонтальні механічні абсорбери з великим числом обертів. В умовах високотурбулентного режиму, який створюється в механічних абсорберах, швидкість абсорбції CO_2 розчином моноетаноламіна значно прискорюється. Цим шляхом відбувається одержання як чистого CO_2 , так і очищення технологічних газів від CO_2 , або поєднання того чи іншого [9].

Відмічається тенденція переходу на нові поглиначі, наприклад, сульфінол - змішаний поглинач, що складається з алканоламіну (діізопропаноламіну) і сульфолану (тетрагідротіофендіоксиду) [10]. Така заміна дозволяє збільшувати потужність установок. Схема процесу принципово співпадає із звичайною схемою очищення розчинами амінів. Він відбувається при звичайній температурі під тиском газу, який подається з магістральних трубопроводів. Десорбція кислих газів відбувається у регенераторі; регенерований поглинач повертається у процес.

Новий процес очищення газу від двоокису вуглецю, розроблений фірмою «Хайдрокарбон рисерч» [10], оснований на застосування в якості поглинача ацетону замість амінів. Слід відмітити, що абсорбційна система із застосуванням ацетону повністю задовольняє вимогам, важливим для економічного очищення газу: необхідна інтенсивність циркуляції розчинника менше, ніж при очищенні розчинами амінів; витрати тепла невеликі; ацетон значно менш агресивний, ніж інші розчинники; ресурси ацетону досить достатні, а ціна низька.

Важливим кроком удосконалення процесів фізичної абсорбції сірководню та двоокису вуглецю стали пошуки органічних поглиначів, які за абсорбційною ємністю не поступаються метанолу чи ацетону, але менш летючі, що дозволяє проводити абсорбцію, не застосовуючи глибоке охолодження. До них відносяться N-метилпіролідон (NMP) [10]. Він повністю змішується з водою, що дозволяє уловлювати його пари з кислих газів простим промиванням водою. Розчинність двоокису вуглецю в NMP (при 760 мм рт. ст. і 200С) складає 4 м³/м³, що співпадає з метанолом і в 5 разів більше, ніж у воді; розчинність сірководню складає 40 м³/м³, тобто в 10 разів більша.

Внаслідок високої розчинності сірководню в NMP необхідно охолоджувати нижню секцію абсорбера для відведення теплоти абсорбції. Більша частка абсорбованих компонентів виділяється з NMP простим зниженням тиску, що значно зменшує витрати водяної пари на регенерацію. Однак одночасна абсорбція метану потребує повторного стискання частини газу, який виділяється при дроселюванні насиченого поглинача, і рециркуляції його на першу ступінь дроселювання. До переваг NMP відносяться повна відсутність агресивних властивостей, нетоксичність та легке біологічне розкладання.

Запропонована технологія очищення біогазу від домішок H_2S та CO_2 по абсорбційно-десорбційній схемі, зображеній на рисунку 3, з

використанням органічного поглинача, спеціально підбраного для очищення біогазу.

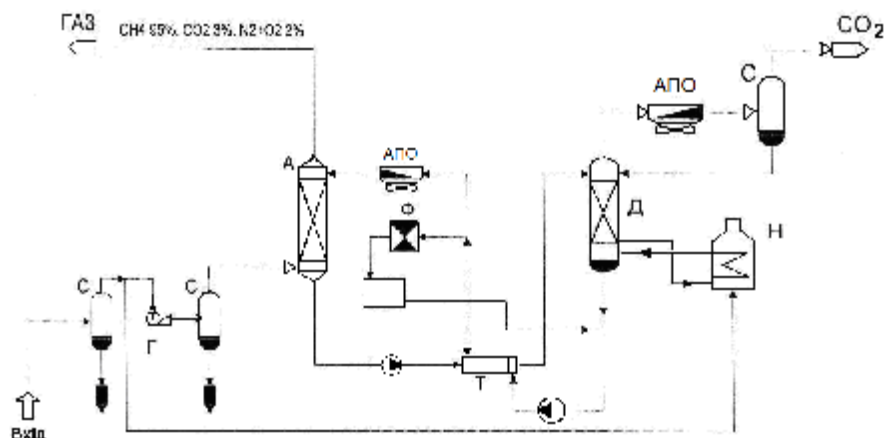


Рисунок 3 – Технологічна схема очищення біогазу від CO_2
 Г – газодувка; С – сепаратор; А – абсорбер; Ф – фільтр;
 Е – ємність; В – вентилятор; Т – теплообмінник; Н – нагрівач

У відповідності до запропонованої схеми біогаз із свердловин полігону, який містить 60-65 % метану і 35-40 % вуглекислого газу, спочатку проходить сепарацію в сепараторах С і направляється у абсорбер А, де він контактує з рідким розчинником, що подається в апарат зверху. При цьому відбувається процес абсорбції і вуглекислий газ переходить з газової фази до рідкої, тобто він потрапляє у розчинник. Очищений таким чином від вуглекислого газу біогаз на 94-95 % складається з метану, тобто він вже має характеристики, наближені до природного газу. Далі збагачений газ проходить сепарацію і направляється у компресорне відділення для заправки у балони.

Рідина, збагачена вуглекислим газом, з абсорбера А через теплообмінник Т направляється в десорбційну колону Д, де вона звільняється від розчиненого вуглекислого газу. Регенований поглинач з десорбера Д послідовно проходить теплообмінник Т, де віддає тепло рідині, що направляється на десорбцію, і апарат повітряного охолодження АПО повертається у цикл зрошення абсорберу А.

Концентрований вуглекислий газ з десорбера Д проходить охолодження в апараті повітряного охолодження АПО, потім сепарацію в сепараторі С і надходить в лінію переробки вуглекислого газу.

Розроблена технологія дозволяє вилучати з біогазу вуглекислий газ і одержувати в результаті метан такої ж концентрації та якості, які має природний газ. По суті це чистий природний газ, який може використовуватися для заправки транспортних засобів, наприклад тих, що працюють на перевезенні сміття. При цьому підприємство по переробці сміття буде гарантовано забезпечено недорогим та якісним паливом, оскільки зараз витрати на транспортування у складі собівартості переробки та утилізації твердих побутових відходів складають приблизно 30%.

Також одержану метанову фракцію можна закачувати під високим тиском у пересувні заправники і в подальшому використовувати як універсальне паливо.

Окрім газу, що відповідає за якістю природному, технологія дозволяє одержувати ще один товарний продукт: чистий вуглекислий газ в рідкому або твердому вигляді. Його можна використовувати, наприклад,

для заморожування продуктів у багатьох технічних процесах, при зварюванні металів, тощо. Для одержання вуглекислого газу необхідно створювати додаткову установку, але при цьому технологія буде безвідходною.

Згідно з попередніми розрахунками, вартість установки складатиме приблизно \$750 тис. При сьогоднішній вартості газу в межах \$230-270 за 1000 кубометрів строк окупності установки складатиме сім-вісім місяців. При зростанні ціни на природне паливо він ще скоротиться, а вартість газу з полігонів збережеться і по розрахункам буде складати в межах \$70-80 за 1 тис. кубометрів.

ВИСНОВКИ

Утилізацію твердих побутових відходів в сучасних умовах доцільно проводити на спеціально пристосованих полігонах, що дає можливість додатково одержувати великі об'єми біогазу.

Використання біогазу доцільно проводити шляхом безпосереднього спалювання у котлах для потреб теплопостачання, якщо має місце рівномірне його споживання на протязі всього року, і відстань до місця споживання біогазу знаходиться в радіусі 3 км від полігону.

Для споживачів, що знаходяться далеко від полігону, необхідне збагачення біогазу, доводячи його до показників природного газу.

Запропонована абсорбційно-десорбційна схема очищення біогазу з використанням органічного поглинача, яка дає змогу збагачення біогазу до вмісту метану в ньому 94-95 %.

Дані попередні розрахунки ефективності даної технології.

SUMMARY

"WAYS OF THE MINING AND PEELINGS OF THE BIOLOGICAL GAS WITH FIRING RANGE HARD HOME DEPARTURE"

Sergey Ivanovich Yakushko
Sumy State University

Salvaging hard home departure is in modern condition reasonable to conduct on specially adapted firing range that enables in addition to get the greater amounts of the biological gas. Use the biological gas reasonable to conduct the way of the direct incineration in caldrons for necessities теплоснабження if there is possibility of even his(its) use for the whole year, and distance before place of the consumption of the biological gas is found in radius 3 km from firing range. For consumers, which are found far from firing range, necessary enrichment of the biological gas with addition of its factors before level of the natural gas.

It Is Offered absorption-desorption scheme peelings biological gas with use the organic absorber, which enables the enrichments of the biological gas before contents in him methane 94-95 %. The Preliminary calculations to efficiency given technologies show that pay-back period of the installation will form seven-eight months.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гелетука Г.Г., Матвеев Ю.Б., Копейкин К.А.. Потенциал сбора и утилизации свалочного газа в Украине. - Экология окружающей среды стран СНГ. Экологические проблемы окружающей среды, пути и методы их решения. URL=<http://www.ecologylife.ru/>
2. Ровенский А. И., Кухтик Е. В., Рыжавский А. З., Братова Т. П. Стационарная установка для комплексной переработки твердых бытовых отходов//2-я Международная конференция "Сотрудничество для решения проблемы отходов", Харьков, 2005.
3. Планковский С. И. Плазменные технологии утилизации ТБО. Современное состояние и перспективы. URL=<http://www.waste.com.ua/cooperation/2007/theses/plankovskiy.html>.
4. Lee L., Laszkiewicz G. Сучасна технологія для виробництва вторинного палива із твердих побутових відходів//2-я Международная конференция "Сотрудничество для решения проблемы отходов", Харьков, 2005.
5. Горох М.П., Ляхевич І.М., Решта К.С. Комплексна переробка твердих побутових відходів//Сайт щорічної міжнародної конференції «Сотрудничество для решения проблемы отходов».
6. Бутін О.З., Гвоздевич О.В., Ковальчук І.В., Муха О.В., Стефанік Ю.В. Розробка пропозицій щодо проведення дослідно-практичних робіт по облаштуванню експериментальної ділянки для вилучення енергетичного звалищного газу на

- Львівському полігоні твердих побутових відходів//2-я Міжнародна конференція "Сотрудничество для решения проблемы отходов", Харків, 2005.
7. Колобродов В.Г., Хажмурадов М.А., Карнацевич Л.В., Санковский А. Повышение качества биогаза при помощи адсорбционных процессов//2-я Міжнародна конференція, Харків, 2005.
 8. Колобродов В. Г., Хажмурадов М. А., Григорова Т. К., Винокуров Э. И., Воробьева В. П., Еременко Е. В. Оптимизация режимов работы короткоциклового безнагревной адсорбционной установки для разделения биогаза на основные компоненты //3-я Міжнародна конференція "Сотрудничество для решения проблемы отходов", Харків, 2006.
 9. Ганз С.Н., Кузнецов И.Е. Очистка промышленных газов. - Киев, 1967.
 10. Коуль А. Л., Ризенфельд Ф. С. Очистка газа. – Недр, - 1968. – 394 с.

Надійшла до редакції 18 січня 2009 р.