

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ БІОГАЗУ НА СМІТТЄЗВАЛИЩАХ В УКРАЇНІ

Попков М.А., студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. Насьогодні великою існуючою проблемою в Україні є швидке зростання кількості та об'єму сміттєзвалищ, які в свою чергу є джерелами викидів парникового газу метану в атмосферу. Для кращого оперування відходами та можливості здійснення процесу переробки біогазу необхідно розуміти його склад та можливі об'єми генерації.

Мета роботи полягає в аналізі процесу розкладання органічної частки відходів, утворення біогазу та отримання даних по можливій кількості та складу згенерованого біогазу.

Матеріали та результати досліджень. Утворення звалищного газу значно варіюється від одного полігону до іншого, залежно від ситуації в окремому місці та на полігоні. Швидкість видобутку ($\text{м}^3/\text{т}$) залежить від таких параметрів: температура на полігоні, вологість відходів, склад відходів, вік відходів, структура відходів.

Для максимально наближених до реальності умов, склад відходів взятий із характеристики сміттєзвалища в Львові і наведений в табл. 1. [1]

Таблиця 1 – Склад ТПВ львівського сміттєзвалища

Компоненти біомаси	%	Нафтохімічні компоненти	%
Бумага / картон	36,2	Пластик	11,3
Деревина	5,8	Гума, нейлон	3,7
Вуличне сміття	12,1		
Залишки їжі	11,7		
Бавовна, шкіра	3,7		
Загальна біомаса	69,5%	Усього нафтохімічних компонентів	15%

За допомогою атомного аналізу різних типів відходів та атомної маси відповідних елементів можна отримати складені молекулярні формули, що відповідають змішаним харчовим та паперовим відходам:

- змішані харчові та зелені відходи: $\text{C}_6\text{H}_{9,6}\text{O}_{3,5}\text{N}_{0,28}\text{S}_{0,2}$

- змішані паперові: $\text{C}_6\text{H}_{9,6}\text{O}_{4,6}\text{N}_{0,036}\text{S}_{0,01}$. [2]

Можна помітити, що сірка та азот є відносно незначними компонентами і переважно трапляються у змішаних та зелених харчових відходах. Крім того, якщо виключити азот і сірку, молекулярна структура змішаного паперу дуже близька до целюлози $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$. Якщо виключити другорядні елементи, середня молекулярна структура органічних сполук у ТПВ може бути апроксимована молекулярним складом $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$ [2].

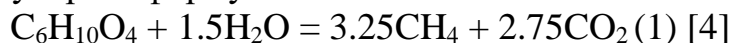
Звалищний газ є продуктом біологічного розкладання відходів на звалищах і містить переважно метан (CH₄) та вуглекислий газ (CO₂), із незначними кількостями неметанових органічних сполук, які включають забруднювачі повітря та леткі органічні сполуки. У таблиці 2 наведені основні сполуки та їх частка в звалищному газі.

Таблиця 2 – Склад звалищного газу

Сполука	Середня концентрація %
Метан	54
Вуглекислий газ	43
Азот	3
Сірководень	<1
Неметанові органічні сполуки	<1

Основною біореакцією на звалищах є анаеробне бродіння, яке відбувається у три етапи. У першому ферментативні бактерії гідролізують складну органічну речовину в розчинні молекули. У другому ці молекули перетворюються кислотоутворюючими бактеріями в прості органічні кислоти, вуглекислий газ та водень; основними кислотами, що виробляються, є оцтова кислота, пропіонова кислота, масляна кислота та етанол [3]. Нарешті, на третій стадії метан утворюється метаногенними бактеріями, або шляхом розщеплення кислот до метану та вуглекислого газу, або шляхом відновлення вуглекислого газу воднем.

Максимальна кількість природного газу, яка може утворюватися під час анаеробного розкладу, може бути визначена з приблизної, спрощеної молекулярної формули:



Ця реакція виділяє дуже малу кількість тепла і продуктивний газ містить близько 54% метану та 46% вуглекислого газу.

Типовий склад ТПВ з таблиці 1 містить 69,5% матеріалів біомаси. Сюди входять вміщена волога та неорганічні частинки бруду. Якщо припустити, що сухі органічні речовини становлять 60% біомаси, це дозволяє стверджувати, що вихід становить 417 кг (2,86 кМоль) C₆H₁₀O₄ / т ТПВ. Простий матеріальний баланс на основі рівняння (1) показує, що повна реакція однієї тони ТПВ призведе до утворення 208 стандартних кубічних метрів метанового біогазу або 0,149 т метану (1 кМоль CH₄ дорівнює 22,4 м³ при нормальних умовах).

Швидкість розкладання ТПВ на звалищах вивчав Барлаз [4] у невеликих пілотних колонах, які забезпечували ідеальні умови температури та концентрації для біореакції. Реакція досягла максимуму менше ніж через сто днів і була майже повністю проведеною приблизно через 320 днів. Загальна кількість газу, виробленого за цей період, становила 213 м³ / т біомаси, що прореагувала (тобто 0,153 т метану / т біомаси). Ця цифра добре узгоджується з теоретичним розрахунком, представленим вище.

Висновок. Отримані на основі існуючих підходів наближені результати виходу біогазу із сміттєзвалищ України 0,149 т(CH₄)/т(ТПВ) і їх наближеність до теоретичних даних отриманих вченими 0,153 т(CH₄)/т(ТПВ) свідчать про перспективність розвитку даного напрямку. Маючи достатню сировинну базу в Україні можливо налагодити процеси пов'язані з використанням біогазу отриманого шляхом анаеробного бродіння зі сміттєзвалищ, що в свою чергу частково вирішить екологічну проблему та залежність від інших енергоносіїв.

Перелік посилань

1. Паспортизація полігонів ТПВ Львівської області: Аналіз енергетичного потенціалу / Гвоздевич О.В., Стефаник Ю.В., // II-а Міжнар. наук.- практ. конф. „Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам в регіоні”, 19-20 червня 2003 р.:
2. Verma S, Themelis NJ. Анаеробне бродіння органічних відходів ТПВ. Світ поводження з відходами, 2014;
3. Міжнародна асоціація твердих відходів (ISWA). 2015. Польовий посібник з експлуатації систем звалищних біогазів. Відень, Австрія.
4. Barlaz M, Cowie S, Staley B, Hater G. Виробництво НМОС та мікроелементів під час розкладання відходів та компонентів відходів в анаеробних та аеробних умовах. Третій міжконтинентальний симпозіум з досліджень звалищ. 29 листопада – 2 грудня; 2014 рік.