

БЕЗОПАСНОСТЬ ДОБЫЧИ СВАЛОЧНОГО ГАЗА НА ПОЛИГОНЕ ТБО

Крекотень Е. Г.

Винницкий национальный технический университет

Вступление. Одной из приоритетных целей государственной энергетической политики Украины является рост уровня топливно-энергетической независимости [1]. Вместе с тем, существуют определенные негативные тенденции, которые наблюдаются в системе традиционной энергетики, по ряду причин связаны с проблемой обеспеченности углеводородными топливно-энергетическими ресурсами государства. Это создало предпосылки необходимости развития отдельных сегментов альтернативной энергетики.

В такой ситуации чрезвычайно актуальным для Украины возникает вопрос добычи и использования возобновляемых источников энергии, одним из которых является свалочный газ (СГ). Энергия, полученная из СГ, относится к возобновляемой, поскольку исходит из органического возобновляемого субстрата, который оказывает большее значение производству газа в биогазовых установках.

Потребления благ цивилизации постоянно растут, а с ним растет и количество отходов. Красочные упаковки, одноразовые изделия и еще многое из того, что делается для широкого потребления, неизменно превращается в утиль. Сколько бы не удавалось трамбовать мусорное ведро – выносить мусор все же придется. А значит, существует острая необходимость в изобретении новых способов переработки отходов [2].

Твердые бытовые отходы (ТБО), которые в отличие от твердых промышленных отходов [3-5], представляют собой смесь органических веществ различного происхождения, является высококалорийным топливом, не уступающим по энергетическим показателям традиционному бурому углю [6]. Получая энергию из мусора одновременно решается проблема утилизации ТБО.

Топливо, получаемое из обычных ТБО, бывает: 1) газообразное (СГ, содержащий метан) 2) твердое; 3) жидкое.

В настоящее время в различных странах создаются мусороперерабатывающие заводы, оборудованные специальными хранилищами, оснащенными для правильного хранения ТБО с целью получения из них СГ. Но, низкокалорийное газообразное топливо плохо поддается транспортировке, и поэтому оно, как правило, используется непосредственно на месте его добычи для производства электрической и тепловой энергии.

Твердое топливо с ТБО [7] является высококалорийной фракцией, которая состоит из бытовых отходов. Этот вид топлива нашел широкое применение как дешевый заменитель горючих полезных ископаемых и может заменять такие ресурсы как: бурый уголь, каменный уголь, нефтепродукты, древесина.

Жидкое топливо – синтетическое дизельное топливо, которое можно использовать в двигателях внутреннего сгорания. Оно выгодно отличается от дизельного топлива, получаемого на основе нефти, поскольку оно не имеет в своем составе серы, которая засоряет двигатели, в свою очередь негативно сказывается на их долговечности.

Одним из основных способов удаления ТБО во всем мире остается их захоронения в приповерхностном геологической среде. В этих условиях отходы подвергаются интенсивному биохимическому разложению с образованием СГ [8-12]. К основным компонентам СГ относят не только парниковые газы (метан и диоксид углерода), но и такие токсичные соединения как оксид углерода, оксиды азота, сероводород, диоксид серы [13]. В процессе термического воздействия и возгорания отходов выделяются канцерогенные соединения, – бензол, бензапирен. Эмиссия свалочных газов, поступающих в окружающую среду, имеет негативные эффекты как локального, так и глобального геоэкологического характера.

В результате анаэробного (при полном отсутствии кислорода) разложения

органической фракции ТБО из общего количества метана, который ежегодно поступает в атмосферу, 40...70% образуется в результате антропогенной деятельности, причем 20% из них приходится на объекты захоронения ТБО. Подсчитано, что из одной тонны ТБО образуется около 200 м³ СГ. При этом первые 15...20 лет при разложении одной тонны ТБО выделяется до 7,5 м³ СГ в год. В дальнейшем интенсивность выделения СГ резко сокращается.

В зависимости от содержания метана, СГ имеет удельную теплоту сгорания в пределах от 15 до 25 МДж/м³ (3600...4800 ккал/м³), что соответствует 1/2 теплоты сгорания природного газа. В среднем теплота сгорания СГ составляет 4200 ккал/м³. По теплоте сгорания 1 м³ СГ эквивалентен 0,8 м³ природного газа, 0,7 кг мазута или 1,5 кг дров.

СГ является одной из причин вспышки ТБО на полигонах и свалках. При содержании в воздухе 5...15% метана и 12% кислорода образуется взрывоопасная смесь. Контролировать же концентрацию метана и других компонентов СГ можно с помощью газоанализатора, подробно рассмотренного и описанного в работах [14, 15].

СГ имеет также негативное влияние на растительный покров, подавляя растительность на прилегающих к полигонам ТБО площадях (механизм влияния связан с насыщением СГ порового пространства почвы и вытеснением из него кислорода).

СГ относится к числу газов, создающих «парниковый эффект» и влияют на изменение климата Земли в целом. «Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата» [16] обязывает страны-участницы минимизировать выбросы в атмосферу парниковых газов, таких как метан и диоксид углерода (выброс в атмосферу 1 м³ метана по своим губительными последствиями для изменения климата эквивалентный выброса в атмосферу около 25 м³ диоксида углерода). В связи с этим уменьшение выбросов СГ в атмосферу обеспечивает не только улучшение экологической ситуации вокруг полигонов ТБО, но и способствует выполнению Украиной своих международных обязательств.

Необходимость снижения загрязнения окружающей среды и энергосбережения заставляет более рационально использовать традиционные энергоресурсы, искать другие, желательные недорогие и возобновляемые источники энергии, к которым в последнее время все чаще относят ТБО, образующихся в значительных количествах и, как правило, не находят применения и загрязняющих окружающую среду, являются возобновляемыми вторичными энергетическими ресурсами. В настоящее время интенсивно развиваются два основных направления энергетической утилизации ТБО, их сжигания и захоронения с получением СГ.

Сжигание ТБО требует дорогостоящих систем очистки, поэтому более широко распространено во всем мире полигонное захоронение ТБО [17]. Главное преимущество технологии захоронения – простота, сравнительно небольшие капитальные и эксплуатационные расходы, и относительная безопасность.

Для энергетики развитых стран использование СГ не имеет решающего значения, но пренебрегать этим источником не стоит как по экологическим, так и по экономическим соображениям, что подтверждается опытом многих стран. В ЕС принята директива, которой установлено требование сбора и утилизации СГ из всех свалок, где были захоронены ТБО, биологически разлагающихся для минимизации вредных воздействий на окружающую среду и здоровье человека. СГ, что образуется на свалках с начала 80-х годов интенсивно добывается во многих странах. На сегодня общее количество используемого СГ составляет примерно 1200000000 м³/год, что эквивалентно 429 тыс. т метана, или 1% его глобальной эмиссии.

В настоящее время в мире всего используется или разрабатывается около 60 разновидностей биогазовых технологий. Среднее время эксплуатации одной скважины составляет 15 лет, ориентировочный срок окупаемости проекта составляет от 4 до 5 лет.

Более подробно рассмотрим процесс образования СГ и его особенности. СГ возникает в результате разложения органической субстанции бактериями [18-20]. Различные группы

бактерий разлагают органические субстраты, состоящие преимущественно из воды, белка, жира, углеводов и минеральных веществ на их первоначальные составляющие – углекислый газ, минералы и воду. Как продукт обмена веществ при этом образуется смесь газов, которая получила название СГ. Горючий метан (СН₄) составляет от 5% до 85% и является основной составляющей СГ, а следовательно и главным энергоемким компонентом.

Данный природный процесс разложения возможен только в анаэробных условиях в специальных биогазовых установках. Энергия, освобождается в результате анаэробного процесса, не утрачивается и в результате жизнедеятельности метановых бактерий она превращается в молекулы метана.

Сущность процесса получения СГ заключается в разложении биомассы под влиянием трех видов бактерий: гидролизных, кислотообразующих, метанообразующих.

Образование СГ можно разделить на четыре фазы:

1. Гидролизная фаза, во время протекания которой в результате жизнедеятельности бактерий, устойчивые субстанции (протеины, жиры и углеводы) разлагаются на простые составляющие (аминокислоты, глюкозу, жирные кислоты).

2. Кислотообразующая фаза. Составляющие, полученные во время гидролизной фазы, разлагаются кислотообразующими бактериями на другие органические вещества (уксусная, пропионовая кислоты, спирты и альдегиды) и неорганические вещества Н₂, СО₂, N₂, Н₂S. Этот процесс происходит до тех пор, пока развитие бактерий не замедлится под действием образованных кислот.

3. Ацетогенная фаза, во время которой под влиянием ацетогенных бактерий из образовавшихся кислот производится уксусная кислота.

4. Метаногенеза, в результате которого уксусная кислота разлагается на метан, углекислый газ и воду. Водород и углекислый газ превращаются в метан и воду.

Все описанные реакции протекают одновременно, причем метанообразующие бактерии предъявляют к условиям своего существования значительно более высокие требования, чем кислотообразующие.

Весь это сложный комплекс преобразований осуществляет большое количество микроорганизмов – до нескольких сотен видов. Из них преобладающими являются гидролитические, бродильные, синтрофные и метановые группы. Качественный и количественный состав микроорганизмов сильно зависит от состава бродильных органических веществ и условий, создаваемых в окружающей среде.

Состав СГ зависит от содержания сероводорода и других газов, параметров проведения процесса. Данные о сравнении состава природного и биогаза приведены в работе [13].

Энергоемкость СГ напрямую зависит от концентрации в нем метана, который представляет собой бесцветный, нетоксичный газ, который легче воздуха и не имеет запаха. При сжигании метана образуется двуокись углерода и водяной пар. При содержании более 60% метана СГ считается очень ценным топливом [21].

Выводы. Итак, большие перспективы получения и дальнейшего использования свалочного газа имеет технология переработки ТБО на полигонах их захоронения в том, что при этом может быть достигнуто: улучшение экологического состояния, дополнительная энергетическая выгода, увеличение топливно-энергетического потенциала и энергетической независимости нашего государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березюк О.В. Застосування комп'ютерних технологій під час вивчення студентами дисциплін циклу безпеки життєдіяльності / О.В. Березюк // Педагогіка безпеки : міжнародний науковий журнал. – 2016. – № 1 (1). – С. 6-10.

2. Энергетический потенциал свалочного газа на полигонах ТБО [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронні дані. – Режим доступу : <http://docplayer.ru/33671637-Energeticheskiy-potencial-svalochnogo-gaza-na-poligonah-tbo-analiticheskaya-zapiska.html> (дата

звернення 27.02.19). – Назва з екрана.

3. Ковальський В.П. Передумови активації золи-винесення відходами глиноземного виробництва / В.П. Ковальський // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції "Наука і освіта". – 2005. – С. 31 – 32.

4. Лемешев М.С. В'яжучі з використанням промислових відходів Вінниччини / М.С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПІ". – С. 381.

5. Ковальський В.П. Шламозолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості / В.П. Ковальський, А.В. Бондарь // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХПІ», 2015. – С. 209.

6. Рижий В.К. Утилізація твердих побутових відходів на наявних комунальних ТЕЦ / В.К. Рижий, Т.І. Римар, І.Л. Тимофєєв // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – № 712 : Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація. – С. 17-22.

7. Топливо RDF – опасная альтернатива «зелёным» источникам энергии [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу : <http://ecolog-ua.com/news/toplyvo-rdf-opasnaya-alternatyva-zelyonum-ystochnykam-energyu> (дата звернення 28.02.19). – Назва з екрана.

8. Березюк О.В. Моделювання поширеності способів утилізації звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О.В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 5. – С. 65-68.

9. Березюк О.В. Виявлення параметрів впливу на питомий об'єм видобування звалищного газу / О.В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 3. – С. 20-23.

10. Березюк О.В. Регресія площі полігону твердих побутових відходів для видобування звалищного газу / О.В. Березюк, М.С. Лемешев // Мир науки и инноваций. – Иваново : Научный мир, 2015. – Т. 5. – № 1 (1). – С. 48-51.

11. Березюк О.В. Моделювання ефективності видобування звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О.В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 6. – С. 21-24.

12. Березюк О.В. Розробка математичної моделі прогнозування питомого потенціалу звалищного газу / О.В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 2. – С. 39-42.

13. Березюк О.В. Моделирование состава биогаза при анаэробном разложении твердых бытовых отходов / О.В. Березюк // Автоматизированные технологии и производства. – 2015. – № 4 (10). – С. 44-47.

14. Кречотень Є.Г. Вимірювач концентрації вибухонебезпечних газів у повітрі / Є.Г. Кречотень, О.В. Березюк // Пожежна та техногенна безпека : наука і практика : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів, 15-16 травня 2018 р. – Черкаси, 2018. – С. 162-163.

15. Кречотень Є.Г. Реалізація мікроконтролерного газоаналізатора для реєстрації вибухонебезпечних газів [Електронний ресурс] / Є.Г. Кречотень, Д.Х. Штофель, С.В. Костішин // Матеріали XLVII наук.-технічн. конф. підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. – Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-firtzp/all-firtzp-2018/paper/view/4888>.

16. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044 (дата звернення 28.02.19). – Назва з екрана.

17. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на шляхи поведінки з твердими побутовими відходами / О.В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у

будівництві : Науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. – № 2 (10). – С. 64-66.

18. Зомарев А.М. Санитарно-гигиенический мониторинг полигонов захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) на этапах жизненного цикла : автореф. дисс. на соискание уч. степени докт. мед. наук / А.М. Зомарев. – Пермь : 2010. – 50 с.

19. Березюк О.В. Моделювання витрат на анаеробне розкладання твердих побутових відходів / О.В. Березюк, Л.Л. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – № 3. – С. 57-60.

20. Березюк О.В. Побудова моделей залежності концентрацій сапрофітних бактерій у ґрунті від відстані до полігону захоронення твердих побутових відходів / О.В. Березюк, Л.Л. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2017. – № 1. – С. 36-39.

21. Батракова Г.М. Моделирование переноса и рассеивания в атмосферном воздухе метана, эмитированного с территории захоронения твердых бытовых отходов / Г.М. Батракова, М.Г. Бояршинов, В.Д. Горемыкин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия : Геология. – 2005. – № 1. – С. 256-262.