

БИОМЕТАН ИЗ СВАЛОЧНОГО ГАЗА ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

BIOMETHANE FROM LANDFILL GAS FOR HEAT SUPPLY

Аннотация. В условиях стремительного роста энергопотребления в народном хозяйстве становится целесообразным рассматривать повсеместное внедрение альтернативных источников энергии, из которых наиболее эффективными являются биоэнергетика. Внедрение биоэнергетических технологий не только обеспечивает население биотопливом, но и решает экологические проблемы, в частности, утилизация органических отходов на мусорных полигонах.

Abstract. In the context of the rapid growth of energy consumption in the national economy, it becomes expedient to consider the widespread introduction of alternative energy sources, of which bioenergy is the most effective. The introduction of bioenergy technologies not only provides the population with biofuels, but also solves environmental problems, in particular, the disposal of organic waste in landfills.

Ключевые слова: свалочный газ, метан, мусорный полигон, экология, теплоснабжение.

Key words: landfill gas, methane, landfill, ecology, heat supply.

Получение свалочного газа является одним из трех способов добычи метана после традиционного ископаемого и биометана, получаемого в процессе переработки органических отходов сельскохозяйственной деятельности. В этом случае решается не только задача энергетического характера, также происходит утилизация части органики, составляющей до 80 % состава мусорных полигонов, что значительно уменьшает их объем и массу. На необорудованных мусорных полигонах происходит естественное прямое выделение биометана в процессе разложения органики, что наносит значительный экологический вред природе из-за неконтролируемого выброса продуктов разложения [1]. Таки образом, организация сбора и утилизации свалочного газа на свалках определяет актуальность проблемы. Кроме этого, неконтролируемое выделение биометана на мусорных полигонах может привести к самовозгоранию, что нанесет значительный экологический вред окружающей среде и создаст пожароопасную обстановку. Известно, что концентрация 10-

15% биометана в воздухе при наличии 12% кислорода создает взрывоопасную смесь, возгорание которой приведет к катастрофе.

В результате можно сделать следующие выводы:

- целесообразно использовать биометан мусорного полигона как топливо для организации теплоснабжения или получения электрической энергии;
- контролируемое выделение свалочного газа значительно уменьшает количество выбрасываемых в атмосферу вредных веществ;
- при организации выработки свалочного газа происходит значительное снижение объема и массы органических отходов, что расширяет возможности дальнейшей эксплуатации мусорного полигона [3].

В основе образования биометана лежит процесс анаэробной ферментации, при которой происходит разложение органики на мусорном полигоне естественным биоценозом бактерий. При этом необходимо учесть, что теплота, получаемая при сжигании 1 м³ биометана достигает 13 МДж, что эквивалентно вырабатываемой теплоте при сжигании 0,65 литров бензина или 1,8 килограммов сухих березовых дров. Этой теплоты достаточно для получения 1,9 кВт электроэнергии.

В работе исследуется возможность построения системы теплоснабжения, где в качестве топлива используется свалочный газ. В качестве объекта теплоснабжения выбрано административное трехэтажное здание с общей площадью 1700 м², общий объем помещений составляет 5668 м³. Данное здание рассчитано на 310 человек, микроклимат принят для офисов. Задача состоит в оборудовании этого здания автономной котельной, которая обеспечить работу системы теплоснабжения этого здания с выработкой тепловой энергии в размере 9211,52 МВт/год. Автономная котельная оснащается двумя одинаковыми котлами мощностью по 200 кВт каждый, в качестве топлива используется свалочный газ, получаемый на мусорном полигоне.

Согласно расчетов, в среднем из 1 тонны органических отходов образуется до 210 м³ биометана. На количество получаемого газа оказывает значительное влияние и возраст органических отходов – первые 10 лет выход биометана максимален и достигает 8 м³ за год добычи. Дальнейшая эксплуатация мусорного полигона постепенно снижает количество производимого биометана, после 15 лет добычи становится нецелесообразным собирать биометан из этих скважин. Таким образом средний срок службы скважин составляет не более 15 лет, при этом необходимо учесть, что окупаемость такого получения биогаза не превышает 5 лет. В качестве решения можно бурить новые скважины, но их эффективность будет значительно ниже предыдущих.

Представлена таблица 1, в которой показано процентное содержание свалочного газа в начальной стадии разработки в сравнении с содержанием биогаза, полученного другими способами. Анализ показывает, что содержание биометана в свалочном газе имеет наименьшее значение, кроме этого свалочный газ имеет большую концентрацию диоксида углерода, а так же в нем присутствует сероводород, что делает свалочный газ «грязным». Это накладывает определенные условия его сжигания, в частности, необходимо очищать перед сжиганием, или выбирать специальных способ горения. Для подготовки биометана к сжиганию обычным способом его необходимо очищать:

- удаление водного конденсата и мелкодисперсных примесей;
- очистка от сероводорода;
- очистка от галогеносодержащих примесей;
- очистка от этана.

После очистки биометан необходимо сжать для дальнейшей транспортировки и сжигания.

Таблица 1. Процентное содержание биометана при различных способах получения

Источник	Состав газа, % (об.)					
	CH ₄	C ₂ H ₆	CO ₂	N ₂	O ₂	H ₂ S
Стандартный природный газ	96	2	0,84	1,05	-	-
Свалочный газ (биометан)	66,75	0,05	31,75	0,48	0,425	0,06
Завод получения спирта (биогаз)	69,3	-	30,2	0,2	0,3	-
Отходы животноводческой деятельности (биогаз)	69,14	-	30,36	0,09	-	0,11

Организация эффективного получения свалочного газа на мусорном полигоне включает в себя выполнение следующих мероприятий:

- обеспечение в мусорной куче на глубине достаточного разрежения при условии незначительного поступления воздуха;
- для долговременной эксплуатации каждой скважины необходимо снижение возможных внешних механических статических и динамических нагрузок;
- обеспечение длительного процесса получения и добычи свалочного газа;
- выработка мероприятий по оптимальному размещению и количеству скважин для выхода свалочного газа.

Количество свалочного газа в конечном счете зависит от размеров мусорного полигона и толщины слоя мусора. Экономически добыча биометана эффективна при глубине полигона более 10 метров, а масса мусора должна превышать 1 миллион тонн. В этом случае возраст органических отходов не имеет определяющего значения, но не должен превышать 10 лет.

При выполнении этих условий можно рассчитывать гарантированную добычу свалочного газа в течение 15 лет.

Известно, что наибольшего экономического эффекта при добыче свалочного газа можно добиться при организации закладки скважин и систем сбора биометана в процессе наполнения мусорной свалки.

В этом случае создается замкнутая структура мусорного полигона, надежность и качество которой целиком зависит от применяемых материалов. Возможно применение керамических, металлических и пластиковых трубопроводов.

Трубопровод из керамики использовать нецелесообразно из-за их высокой стоимости, здесь наиболее эффективны газоотводные металлические трубы, они обладают значительным запасом прочности, оценка технического состояния не представляется сложной, однако стоимость таких труб значительно выше пластиковых [4].

Применение газоотводных и газосборных труб самое недорогое из представленных, но такие трубопроводы обладают незначительным запасом механической прочности. Здесь снижение надежности частично компенсируется такими преимуществами, как отсутствие коррозии, вес трубопроводов и их доступность. Если организовывать добычу свалочного газа на уже заполненном мусорном полигоне, газовые скважины создаются с помощью бурения. Процесс организации газовых скважин в мусоре достаточно проблематичен из-за неоднородности пластов биомусора, наличие твердых неорганических тел, но самое серьезное – это обеспечение соблюдения техники безопасности при применении тяжелой техники для буровых работ на мусорном полигоне [5].

Следует иметь виду, что процесс горения биометана из свалочного газа имеет некоторые особенности. К главной из них необходимо отметить длину струи горения свалочного газа, она превышает длину факела природного, из-за чего возможно нарушение распределения струи в факеле, что является причиной нарушения устойчивости горения факела и его возможного отрыва от горелки. Для этой цели необходимо увеличить диаметра форсунок в горелочном устройстве. Этот параметр является индивидуальным для каждого случая, так как состав свалочного газа меняется в зависимости от состава мусорного полигона [6].

Список литературы

1. Шарафисламова Э. А., Кондратьев А. Е. Совместная работа теплового насоса с ветрогенератором малой мощности // Научному прогрессу – творчество молодых. 2016. № 2. С. 256–258.

2. Горбунов К. Г., Кондратьев А. Е. Законодательные проблемы теплоэнергетики // Научному прогрессу – творчество молодых. 2019. № 2. С. 111–113.

3. Мустафина Г. Р., Кондратьев А. Е. Перспективы применения биогазовой установки при утилизации органических отходов птицефабрик // Экологическая безопасность в техносферном пространстве : сборник материалов Третьей Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых и студентов, Екатеринбург, 09 июня 2020 г. Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2020. С. 88–90.

4. Improving the methodology for assessing the technical condition of equipment during the transportation of energy carrier in energy systems and complexes / S. O. Gaponenko, R. Z. Shakurova, A. E. Kondratiev, R. Dimova // E3S Web of Conferences. Vol. 124: 2019 International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems, SES 2019, Kazan, 18–20 september 2019/ Kazan : EDP Sciences, 2019. P. 01021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912401021>.

5. Кондратьев А. Е. Особенности построения геотермальной системы теплоснабжения жилого поселка // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве : материалы VI Национальной научно-практической конференции, Казань, 10–11 декабря 2020 г. Казань : Казанский государственный энергетический университет, 2020. Т. 1. С. 417–419.

6. Мустафина Г. Р., Кондратьев А. Е. Особенности конструкций реакторов для получения биотоплива // Актуальные вопросы прикладной физики и энергетики : II Международная научно-практическая конференция, Сумгаит, 12–13 ноября 2020 г. Сумгаит : Сумгаитский государственный университет, 2020. С. 277–280.