

Получение биогаза путем утилизации отходов

Автор:

Сухотько Григорий Вячеславович
МБОУ СОШ № 7
г.Ставрополя, 8 класс

Научные руководители:

Лысенко Изольда Олеговна,
доктор биологических наук, доцент,
педагог дополнительного образования
Ставропольского Дворца детского
творчества

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Содержание	2
Введение	3
Глава 1. Теоретические основы выполняемой работы. Получение биогаза: история и современность	4
1.1. Краткая история получения биогаза	4
1.2. Сырье для получения биогаза	5
Глава 2. Собственные исследования и разработки	6
2.1. Технология получения биогаза. Методика закладки опыта	6
2.2. Наблюдение за процессом получения биогаза из различных субстратов	7
Выводы	10
Библиографический список	11

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение производственных и бытовых потребителей энергией, соответствующей общественным потребностям, - важнейший фактор экономического роста. Однако этого трудно достичь, опираясь лишь на традиционные источники энергии (нефть, газ, уголь). Кроме того, органические отходы многих производств и сельского хозяйства обычно попадают в реки, загрязняя источники водоснабжения. При разложении этих отходов образуются вредные вещества, влияющие отрицательно на здоровье человека; поэтому утилизация отходов – одна из кардинальных проблем экологии (Тихонравов В. С., 2011; Шомин А. А., 2010; Современные научные исследования ..., 2012).

Актуальность работы: Особенно важным становится использование автономных источников энергии, работающих на альтернативном топливе, например, биогазе, в маленьких бытовых хозяйствах. Именно этот момент и привлек нас к изучению данной проблемы.

Таким образом, НВИЭ есть альтернатива использованию невозобновляемых видов топлива и загрязнению тем самым окружающей среды. Вопросы использования НВИЭ в городских и пригородных хозяйствах важны для нашего города. Их решение будет способствовать экономической независимости горожан от уровня цен на природный газ и нефть при ведении приусадебного хозяйства.

Актуальность использования НВИЭ обусловлена сложившимся *противоречием* между необходимостью их использования в современном хозяйстве и недостаточным уровнем информированности населения о способах использования энергии биомассы в качестве НВИЭ. Это противоречие актуализирует *проблему исследования*.

Цель работы: реализация способа получения биогаза из различных субстратов (растительные остатки, сухие листья деревьев, бумага) и сравнение их результативности.

Новизна работы: сочетание, применяемых нами в эксперименте субстратов, в изученных литературных источниках не встречалось.

Практическая значимость: проект рассчитан для дальнейшего практического внедрения с целью снижения загрязнения окружающей природной среды в сочетании с получением энергии из альтернативных источников.

Теоретическая значимость: Таким образом, биогазовая технология решает экологическую (обеззараживание, дезодорация, ликвидация отходов), энергетическую (получение топлива и энергии), агрохимическую (получение экологически чистых удобрений) и социальную (улучшение условий труда и быта) проблемы.

ГЛАВА 1. Теоретические основы выполняемой работы. Получение биогаза: история и современность

Выделение горючих газов из разлагающихся отходов жизнедеятельности организмов и биомассы было замечено еще в 17 веке. Понятие «биомасса» относят к веществам растительного или животного происхождения, а также отходам, получаемым в процессе их переработки (Обоснование метода утилизации с.-х. отходов..., 2013; Четошникова Л.М., 2010; Абросимова С.А., Рыдалина Н.В., 2016).

1.1. Краткая история получения биогаза

В XVII столетии Ян Батист Ван Гельмон обнаружил, что разлагающаяся биомасса выделяет воспламеняющиеся газы. Алессандро Вольта в 1776 году пришёл к выводу о существовании зависимости между количеством разлагающейся биомассы и количеством выделяемого газа. В 1808 году сэр Хэмфри Дэви обнаружил метан в биогазе. Первые установки для получения биогаза появились в странах с теплым климатом. Самая первая биогазовая установка была построена в Бомбее, Индия в 1859 году. В 1895 году биогаз применялся в Великобритании для уличного освещения. В 1930 году, с развитием микробиологии, были обнаружены бактерии, участвующие в процессе производства биогаза (Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М., 1982; Благутина В.В., 2007; Василев Р.Г., 2007; Малофеев В.М., 1998; Стребков Д.С., Ковалев А.А., 2006).

Ведущее место в мире по производству биогаза занимает Китай. Начиная с середины 70-х гг., в этой стране ежегодно строилось около миллиона метантенков. В настоящее время их количество превышает 20 млн. штук. КНР обеспечивает 30% национальных потребностей в энергии за счет биогаза. В Китае около 10 млн. «семейных» биогазовых реакторов ежегодно производят около 7,3 млрд. м³ биогаза (по данным 2005 г.). Биогазовая продукция в Китае оценивается в 7,9 Гкал/год.

Второе место в мире по производству биогаза занимает Индия, в которой еще в 30-е годы была принята первая в мире программа по развитию биогазовой технологии. На конец 2000 г. в сельских районах Индии было построено свыше 1 млн. метантенков, что позволило улучшить энергообеспеченность ряда деревень, их санитарно-гигиеническое состояние, замедлить вырубку окрестных лесов и улучшить почвы. Сегодня ежедневное производство биогаза в Индии составляет 2,5-3 млн. куб. м.

В странах Западной Европы в настоящее время налажен серийный выпуск биогазовых установок поточного типа. Одна такая установка перерабатывает птичий помет от 10 тыс. кур-несушек, обеспечивая среднесуточное производство 100 м³ биогаза (60% метана), и окупается за 1,9 года при использовании перебродившего шлама в качестве органического удобрения.

На территории России производится до 14-15 млрд. т биомассы. Впервые в СССР о производстве биогаза задумались в начале 60-х гг. прошлого столетия в Институте биохимии им. А.Н.Баха АН СССР. Именно эти исследования и их промышленное воплощение явились точкой отсчета в создании отечественной промышленной биоэнергетики и активного фундаментального исследования процессов биосинтеза метана и биогазификации (Василов Р.Г., 2007).

1.2. Сырье для получения биогаза

Поскольку белки, жиры и углеводы содержатся в любой биомассе растительного или животного происхождения, а также в отходах жизнедеятельности и пищевой промышленности, то помимо научных лабораторий и промышленных установок, вполне реально получать биогаз в домашних условиях (Мариненко Е.Е., 2003;).

Максимальное количество биогаза можно получить из животных жиров – около 1500 м³ из тонны сырья при концентрации метана 87%. Также значительный выход биогаза получается из пережаренного растительного масла – около 1200 м³ при концентрации СН₄ 68% (Брюханов А.Ю., Волков А.Н., 2009; Газы горючие ГОСТ 5542-87).

Значительно меньше биогаза получается из семян различных растений от 500 м³ – 54% СН₄, (овес) до 644 м³ – 65,7% СН₄ (рапс). Из силоса кукурузы, травы и других растений можно получить 450-100 м³ при средней концентрации метана 55 – 50%.

Из навоза животных выход газа получается значительно меньшим, так как после прохождения пищевого тракта в отходах жизнедеятельности количество питательных веществ для метанобразующих микроорганизмов мало (Брюханов А.Ю., Субботин И.А.).

Тогда как навоз крупного рогатого скота обладает наименьшим выходом биогаза – в среднем 25 м³ при 55% СН₄, из-за пищеварительного тракта, предназначенного для максимального извлечения питательных веществ из корма в течение длительного времени с многократным пережевыванием пищи (Эдер Б., Шульц Х., 2011).

Выход биогаза из навоза увеличивается при его смешивании с подстилкой и остатками корма. Также имеет значение влажность и свежесть навоза – для более подробных данных нужно изучать специальные таблицы.

Биогаз более чем на половину состоит из метана (СН₄). Метан составляет примерно 60% биогаза. Кроме того, в биогазе содержится диоксид углерода (СО₂) около 35 %, а также другие газы, такие как водяной пар, сероводород, монооксид углерода, азот и прочие. Биогаз, полученный в различных условиях, различен в своем составе. Так биогаз из человеческих экскрементов, навоза, отходов убоя содержит до 70% метана, а из растительных остатков, как правило, около 55% метана (Садчиков А.В., 2016).

ГЛАВА 2. Собственные исследования и разработки

2.1. Технология получения биогаза. Методика закладки опыта

Нами было использовано три субстрата: растительные остатки, сухие листья деревьев, бумага. Именно такие субстраты были выбраны не случайно. Кроме получения биогаза из альтернативного источника энергии – биомассы, мы преследовали цель – снижение загрязнения окружающей природной среды и борьба с мусором.

Нами были использованы три пятилитровых пластиковых емкости, в которые помещался измельченный субстрат. В каждый субстрат добавлялась теплая вода (без хлора) (1 : 1), что должно соответствовать общей концентрации твердых веществ 8-11% по массе. Биомасса пересыпалась с почвой содержащей гумус, - она является источником необходимых микроорганизмов для протекания процесса получения биогаза, рис 1.



Рисунок 1 – Подготовка субстратов и закладка опыта

Общая масса субстратов (вместе с почвой и водой) составляла по 2,5 кг в каждом опыте.

На горлышко пластиковых емкостей с субстратом натягивались резиновые перчатки с целью обеспечения их герметичности, определения объема, получившегося биогаза и наблюдением за скоростью его образования. Перчатка плотно фиксировалась на емкости. Таким образом, была сконструирована опытная установка для получения биогаза.

Емкости с субстратом находились в температурных условиях благоприятных для получения биогаза – 30 - 35 ° С, путем непосредственного прижатия емкостей в батареем, отапливающим квартиру. Ежедневно емкости встряхивались с целью перемешивания субстрата и лучшего его контакта с микроорганизмами. Первые результаты нами были замечены через 7 дней после закладки опыта.

2.2. Наблюдение за процессом получения биогаза из различных субстратов

Как уже было отмечено. Нами закладывалось три варианта опыта с различными субстратами: растительными остатками, листьями деревьев и бумагой.

Выделение газа прослеживается на протяжении 4 недель по наполнению резиновой камеры (перчатки). Первые порции газа спускались из установки, так как он смешан с кислородом воздуха и при поджигании может произойти взрыв.

В смонтированных опытных камерах для получения биогаза результаты оказались следующими, табл. 1:

Таблица 1 – Результаты получения биогаза из различных субстратов

№ опыта	Состав органической смеси	Объем камеры (л)	Масса субстрата (кг)	Время брожения (сут.)	Выход газа (л ³)
1	Растительные остатки (очистки от картофеля, моркови, кабачка и т.д.)	5	2,5	7	Начало образования
				14	0,1
				30	<u>0,45</u>
2	Сухие листья деревьев	5	2,5	7	-
				14	Начало образования
				30	<u>0,15</u>
3	Бумага	5	2,5	7	-
				14	-
				30	-

Скопившийся в резиновой камере газ (что видно по наполнению перчатки) изолировали путем перевязывания основания перчатки и поджигали. Наблюдали всполох огня при поджигании отверстия в срезанной перчатке.

Таким образом, среднее время «работы» биомассы составляет 2-3 недели, активная «работа» биомассы начинается на 6-8-е сутки и продолжается с ежесуточным выходом газа в объеме в среднем 10-15% от объема камеры с биомассой.

Из графика на рисунке 2 видно, что наибольшей скоростью образования биогаза обладает субстрат из растительных остатков. Брожение становится заметным через 7 суток, рис. 2.

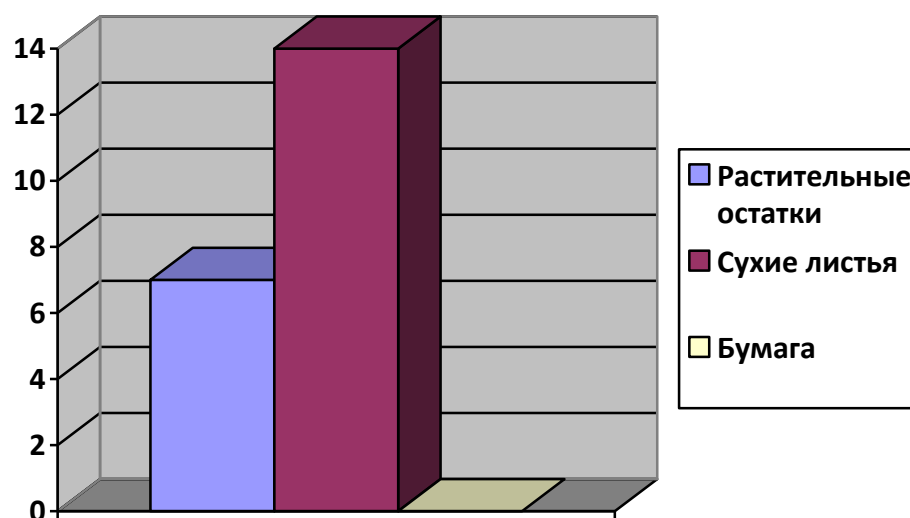


Рисунок 2 – Сравнение скорости образования биогаза на основании использования разных субстратов (по вертикали – количество дней начала образования биогаза)

Начало образования биогаза из листьев приходится на 14 сутки, что говорит о меньшей скорости протекания процесса. Несмотря на то, что бумага является органическим веществом, нам не удалось наблюдать получение биогаза из бумаги.

На 30-й день опыта определяли объем образовавшегося биогаза во всех вариантах опыта. Результаты отражены на рисунке 3.

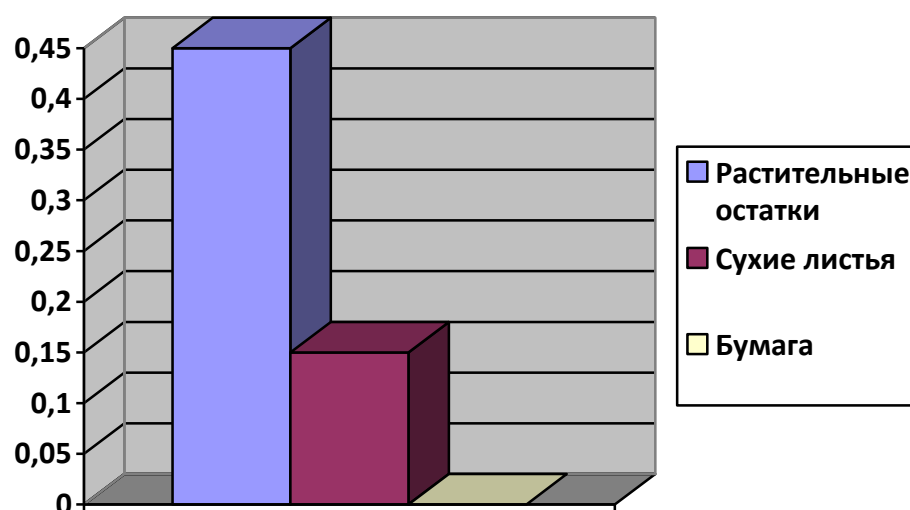


Рисунок 3 – Объем образовавшегося биогаза на 30-е сутки (по вертикали – объем образовавшегося биогаза, мл³)

Как видно из графика и рисунка 4, наибольшее количество образовавшегося биогаза происходит при использовании субстрата из растительных остатков. Всего было получено 0,45 мл³ из растительных остатков смешанных с почвой и водой.



Рисунок 4 – Сравнительна во времени оценка количества образования биогаза из различных субстратов (слева – на 7-й день, справа – на 30-й день)

Количество образовавшегося биогаза определяли по Закону Архимеда – на тело, погружённое в жидкость или газ, действует выталкивающая или подъёмная сила, равная весу объёма жидкости или газа, т.е. при погружении тела в жидкость объем жидкости с погруженным в нее телом увеличивается на величину объема тела (то есть тело вытесняет объем воды, равный объему этого тела).

Наибольшее количество образовавшегося биогаза происходит при использовании субстрата – растительные остатки, причем процесс протекает с наибольшей скоростью, по сравнению с другими вариантами опыта.

ВЫВОДЫ

1. Среднее время «работы» биомассы составляет 2-3 недели, активная «работа» биомассы начинается на 6-8-е сутки и продолжается с ежесуточным выходом газа в объеме в среднем 10-15% от объема камеры с биомассой.

2. Наибольшей скоростью образования биогаза обладает субстрат из растительных остатков. Брожение становится заметным через 7 суток.

3. Начало образования биогаза из листьев приходится на 14 сутки, что говорит о меньшей скорости протекания процесса. Несмотря на то, что бумага является органическим веществом, нам не удалось наблюдать получение биогаза из бумаги.

4. Наибольшее количество образовавшегося биогаза происходит при использовании субстрата – растительные остатки, причем процесс протекает с наибольшей скоростью, по сравнению с другими вариантами опыта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. ГОСТ 5542-87.
2. Абросимова С.А., Рыдалина Н.В. Биогазовые установки как перспективное направление развития биоэнергетики // Международный студенческий научный вестник. – № 3-1. – 2016. – С. 16 – 25.
3. Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М. Биогаз: теория и практика. – М.: Колосс, 1982. – 148 с.
4. Благутина В.В. Биоресурсы // Химия и жизнь – 2007. - №1. – С. 36-39
5. Брюханов А.Ю., Волков А.Н. Эколого-экономическая оценка технологий приготовления органических удобрений из навоза и помета // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства: сб. науч. тр. СПб: ГНУ СЗНИИМЭСХ, 2009. С. 166-170.
6. Брюханов А.Ю., Субботин И.А. Выбор технологии и технических средств для переработки навоза и помёта на основе критериев наилучших доступных технологий // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. Санкт-Петербург, 2013. – С. 45 – 49.
7. Василев Р.Г. Перспективы развития производства биотоплива в России. Сообщение 3: биогаз / Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. – 2007. – Т. 3. – № 3. – С. 54–61.
8. Малофеев В.М. Биотехнология и охрана окружающей среды: Учебное пособие. – М.: Издательство Арктос, 1998. – 188 с.
9. Мариненко Е.Е. Основы получения и использования биотоплива для решения вопросов энергосбережения и охраны окружающей среды в жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве: Учебное пособие – Волгоград: ВолгГАСА, 2003. – 100 с.
10. Садчиков А.В. Повышение энергетической эффективности биогазовых установок // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10-1. – С. 83-87.
11. Стребков Д.С., Ковалев А.А. Биогазовые установки для обработки отходов животноводства. // Техника и оборудование для села – 2006. - №11. – С.28-30.
12. Тихонравов В. С. Ресурсосберегающие биотехнологии производства альтернативных видов топлива в животноводстве: науч. анализ. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 52 с.
13. Четощникова Л.М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010. – 69с.

14. Шомин А. А. Биогаз на сельском подворье. — Балаклея: Информационно-издательская компания «Балаклійщина», 2010. – 154 с.
15. Эдер Б., Шульц Х. Биогазовые установки. Практическое пособие. – Zorg Biogas, 2011. – 181 с.
16. Обоснование метода утилизации с.-х. отходов на основе требований инженерной экологии / В.Н. Афанасьев и др. URL: <http://agro.snauka.ru/2013/11/1242>. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40813> (дата обращения: 29.10.2018).
17. Современные научные исследования и инновации. 2012. № 5 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/05/13035> (дата обращения: 23.09.2018).

