

Произвольный четырёхтактный двигатель может работать вместо бензина или машинного масла на древесном газе. Это относится как к двигателям, работающим на бензине, так и к дизельным двигателям. Из литературных источников известно, что газ, полученный из 2,5-4 кг древесного сырья, равен одному литру бензина.

Древесный газ является топливом воспроизводимым и не эмиссионным

Эмиссию двуокиси углерода, появляющуюся в результате сгорания древесного газа, принято считать нулевой. Это не означает, что в выхлопных моторных газах такое газовое топливо не будет иметь этого составляющего. Именно двуокись углерода несколько десятков лет тому назад находилась в атмосфере, откуда адсорбировалась деревом. Поэтому можно сказать, что при длительном сгорании holzgasa не будет значительной эмиссии двуокиси углерода в атмосферу. В отношении окислов серы так же можно сказать, что их эмиссия будет мала в сравнении с эмиссией серы при сгорании угля. Древесное топливо вообще не содержит соединений серы. Наиболее важным для охраны природы является газовая переработка древесных отходов или лесных шишек.

ФЕРМЕНТАЦИЯ ОТХОДОВ ОТ УБОЯ СКОТА

Лех Магрел, Ежи Брылка

Белостокский политехнический институт, Белосток, Республика Польша

Введение

Установки выработки биогаза выполняют в разных странах различные задачи. В Азии, где уже работают миллионы малых установок, энергию их используют для освещения помещений и для кухонных целей. В Китае в НИИ утилизации органических отходов разработано много программ по их ферментации. Подобные институты работают в США, Италии, Великобритании и Испании в направлении охраны природы и производства нетрадиционной энергии. В Европе биогазовые установки работают преимущественно в сельском хозяйстве для удовлетворения её внутренних потребностей. В Дании построены дорогие центральные автоматизированные сети биогазовых установок. В Австрии эти системы работают преимущественно в животноводстве при утилизации органических отходов для энергетических целей и переработки сельскохозяйственной продукции. В Германии существуют небольшие, средние и мощные биогазовые сельскохозяйственные установки. Эти системы развиваются наиболее энергично и выполняют комплексные программы охраны окружающей среды по объединению разрозненных местных источников энергии. В будущем в Германии планируется ввести в эксплуатацию несколько десятков тысяч биогазовых установок. Число людей, обслуживающих эти установки, составляет 280000 человек [6]. Для реализации программы утилизации органических остатков создано 150 научно-проектных и конструкторских бюро. Биогазовые установки влияют на окружающую среду, являются источниками энергии,

непосредственно участвуют в процессах утилизации сельскохозяйственной продукции, производимой на неосновных сельхозугодиях. В Польше исследования, связанные с разработкой биогазовых установок, основаны на технологиях, разработанных в Швейцарии. В 80-х годах эти исследования были прекращены, потому что энергия, полученная в биогазовых установках, не нашла там практического применения. Эти идеи утилизации также не поддерживались в руководящих органах. Отсутствует определённый энтузиазм изучения этого опыта в Европе и в мире в целом.

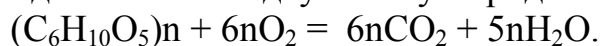
Выработка биогаза

Бескислородная утилизация органических остатков – это комплекс биохимических процессов, в которых органические соединения натурального происхождения, такие как углеводы – целлюлоза, крахмал, пектины, гемицеллюлоза, сахара, а также белок, растительные и животные масла, раскладываются до метана и двуокиси углерода. Этот процесс издавна применяется на станциях очистки бытовых сточных вод, поскольку создаёт возможность превращения осадков в сухую безводную массу. Конечным продуктом этой технологии является биогаз, состоящий из метана 55-75% и двуокиси углерода в количестве 25 – 45%. В зависимости от состава ферментационной биомассы количество биогаза выходит разным. Наибольшее количество биогаза можно получить при ферментации масел органического и животного происхождения. В зависимости от состава первичных продуктов биогаз может быть получен из:

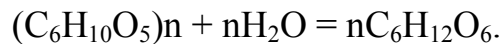
- осадков сточных вод –осадка, взятого из первичных камер осаждения, осадка фильтров грубой очистки;
- осадков сточных производственных вод – спиртоводочных и дрожжевых фабрик;
- жидких отходов предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции – масляных, мясных и молочных комбинатов, птицеферм, продуктов переработки яиц, фруктов и овощей, отходов мясобоен и продуктов с просроченными сроками годности [1];
- отходов животноводческих ферм – навоз, навозная жижа [2, 7];
- органических отходов растительного происхождения – травы, соломы, листья сахарной свеклы, картофеля, кукурузы, просроченных остатков силоса, остатков послеуборочной продукции – ржаной, репейной и пшеничной соломы, органических частей осадков бытовых сточных вод;
- растений, используемых для продукции биоэнергии – вторичный урожай зерновых, трав, *Miscantus Gigantea*.

Биохимические процессы при ферментации

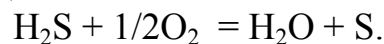
Процесс разложения органической субстанции может происходить в условиях как кислородных, так и бескислородных. В кислородных условиях разложение органического материала используется для производства органической основы выращивания грибов. В этих кислородных условиях конечными продуктами разложения углеводов являются двуокись углерода и вода:



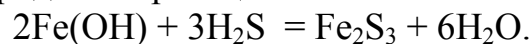
В бескислородных условиях продуктами разложения углеводов является метан и двуокись углерода [3]. В первой фазе этого процесса должен происходить гидролиз углеводов по схеме:



Кроме приведенных выше соединений, в этой реакции происходит синтез новых продуктов. Оставшиеся твердые субстанции используются для получения компостов. Также, в зависимости от химического состава ферментационного материала, в составе производимого биогаза будут находиться разные незначительные примеси, влияющие на энергетические свойства биогаза и технологию его очистки. В составе биогаза обычно присутствуют несколько сотен газообразных продуктов в очень малых количествах. Однако они оказывают существенное влияние на практическое использование биогаза. Например, содержащийся в них сероводород удаляют разными способами, но наиболее дешевым является способ окисления биогаза в вентиляционном реакторе. Тогда происходит следующая реакция:



Традиционно сероводород изымается из биогаза в колонках, наполненных болотно-дерновой рудой. Амфотерные оксиды и гидроксиды железа при этом соединяются с сероводородом по реакции:



После насыщения сернистыми соединениями руда регенерируется воздухом. При этом сера восстанавливается до молекулярной.

Для извлечения сероводорода из биогаза, производимого на очистных станциях, используется комплексное металлоорганическое соединение версениан (wersenian żelaza (II), $Fe(EDTA)_2$). В новых технологиях по очищению биогаза от сероводорода используются морские водоросли.

Предпосылки для создания биогаза

На процесс метановой ферментации органического вещества влияют физические, химические, биологические факторы. Среди них главными являются:

- температура;
- время выдерживания;
- смешивание;
- содержание сухой массы;
- происхождение органического материала;
- потенциал содержания летучих органических продуктов.

Среди главных химических факторов, которые контролируются при процессе ферментации органической биомассы, отмечают:

- pH;
- щелочность;
- содержание летучих органических кислот;
- содержание редких и рассеяных веществ;
- содержание токсических соединений.

В качестве inoculum (активатора) могут использоваться клоны бактерий, работающие в биохимических реакторах при анаэробной ферментации стоков, бактерии осадков сточных вод и бактерии, живущие в отходах животноводческих комплексов. Адаптация этих бактерий к термофильным условиям обычно длится 2-4 месяца, а иногда – до одного года.

Температура ферментационного процесса метанового разложения органической субстанции является очень важным условием, влияющим на степень конверсии субстанции, кинетику разложения биомассы, стабильность и качество образующихся остатков, а также количество возникающей энергии нетто. Этот метаногенный процесс в обычных условиях проходит при температуре 4 – 98⁰ С, однако с выделением трех подпроцессов оптимальной температуры:

- а) 20 – 25⁰ С – для бактерий психрофильных;
- б) 35 – 37⁰С – для бактерий мезофильных;
- в) 55 – 60⁰ С – для бактерий термофильных.

При высокой температуре возрастает скорость процесса конверсии биомассы, однако снижается его стабильность. Высокая температура влияет на эффективность разложения органического материала, а также на уничтожение болезнетворных микробов. Количество энергии, необходимой для поддержания реакции в пределах температуры 55⁰С почти на 120% выше, чем при мезофильном процессе, но это компенсируется возрастанием в несколько раз производимого биогаза [4].

Перемешивание активной биомассы в процессе её ферментации также является важным условием и производится механически при рециркуляции бактерий, а также при транспортировке биогаза. Рециркуляция культур бактерий имеет много положительных характеристик. Технически она выполняется с использованием насосов. Добавление органической массы в реактор проводится 1-3 раза в день, однако известны новые конструкции реакторов, в которых загрузка реакторов проводится один раз в 20 дней с заменой сточного оборудования.

Биомасса может содержать ингибиторы в виде разных ксенобиотиков и антибиотиков, средств защиты растений и аммиак. Высокое содержание аммиака, выделяющегося в результате ферментации биомассы, действует каталитически на гидролиз углеводов, но останавливает процесс ферментации отходов при высоких значениях рН.

Содержание сухой массы в ферментированной биомассе может составлять меньше 1% и быть выше 50%. Такое широкий диапазон содержания сухой массы в биомассе при термофильной ферментации значительно изменяет тепловые характеристики процесса. Известны случаи, когда при ферментации отходов с содержанием сухой массы в 1% в мезофильных условиях полностью произведённая энергия и еще 10% дополнительной энергии было использовано только на функционирование работы ферментатора. Когда же содержание сухой массы в биомассе составляло 10-15%, то на узел ферментатора использовалось только несколько процентов энергии, предназначенной для регулирования всего процесса ферментирования. Надежная изоляция реактора, а также монтаж реактора под землей может еще более снизить потери тепловой энергии. От

условий течения реакций ферментации зависит количество производимого биогаза, его состав, калорийность газа, степень загрязнения, а также качество произведенной послеферментационной массы органического материала.

Сырьевой материал, предназначенный для производства биогаза

Известен материальный состав субстанции, предназначенный для продукции биогаза. Наиболее популярными являются осадки бытовых сточных вод, поступающие на станции очистки сточных вод, а также отходы мусоросборных полигонов. В сельском хозяйстве и животноводстве наиболее используемыми для производства биогаза являются отходы домашних животных, а также специально выращенные энергетически ценные растения.

Виды и типы биогазового оборудования

Биогазовые установки в сельском хозяйстве должны соответствовать определенным требованиям. Например, куриный помет, содержащий песок, может быть переферментирован только в специальном реакторе, снабженном приспособлениями для очищения от песка. В устройствах другого назначения птичий помет очищается от песка в предварительной камере очистки, где мелкий и крупный песок падает на дно специального отстойника, откуда его отсеивают.

Основные элементы безопасной работы на биогазовых установках

Функционирование биогазовых сельскохозяйственных установок должно соответствовать требованиям, содержащимся в Постановлении министра сельского хозяйства и продовольствия от 7 октября 1997 года (Dz. U. Nr 132, poz. 887). В соответствии с этим документом расстояние между ферментационными и другими технологическими камерами и камерами аккумуляции газа при их ёмкости более 100 м³ должна составлять 30 м. Это распоряжение практически запрещает строительство и монтаж биогазовых установок в небольших и средних по размерам хозяйствах.

Список использованных источников

1. Weiland, P. (1993) One-and two-step Anaerobic Digestion of Solid Agroindustrial Residues. *Water Science and Technology* 27(2), 145-151
2. Hansen, K. H., Angelidaki, I and Ahring, B. K. (1998) Anaerobic Digestion of Swine Manure Inhibition by Ammonia. *Water Research*, 32, 5-12
3. De Baere, L. (1999) Anaerobic Digestion of Solid Waste: State of the Art., *Water Science Technology* Vol. 41, No 3 pp 283 – 290
4. Ahring, B. K., A.A. Ibrahim, et. Al. (2001). Effect of Temperature Increase From 55 to 65°C on Performance and Microbial Population Dynamic of an Anaerobic Reactor Treating Cattle Manure. *Water Research* 35(10) : 2446-2452
5. Wilkie, A. C. (200) Reducing Dairy Manure Odor and Producing Energy. *BioCycle* 41(9) 48-50
6. Kottner M. (2001) Biogas in Agriculture and Industry. Potentials Present Use, and Perspectives. *Renewable Energy World* (44) 133-143
7. Dennis A. Burke P. E. (2001) Dairy Waste Anaerobic Digestion. Handbook. Environmental Energy Company.
8. Oleszkiewicz, J. A., and Poggi-valardo, H. M. (1997) High-Solids Anaerobic Digestion of Mixed Municipal Solid Waste. *J. Env. Eng.* 23(11) 1087-1092.