

Аналитический обзор получения и использования биогаза

К.О. Оковитая, О.А. Суржко

*Южно-Российский государственный политехнический университет
(НПИ) имени М.И. Платова*

Аннотация: приведен аналитический обзор получения биогаза из растительных субстратов.

Ключевые слова: биогаз, субстрат, сточные воды, биореактор-метантенк, получение биогаза, активный ил.

За последние годы существенно изменились пути и технологии использования возобновляемого сырья. Глубокие исследования и разработки позволили достичь эффективного использования возобновляемых ресурсов. Доступными стали передовые технологии энергетического и промышленного использования растительного сырья. В Бирнингеме (2,5 млн.чел.) функционирует производство биогаза из активного ила канализационных очистных сооружений, работают 16 анаэробных метантенков, получаемая выгода составляет 1,7 млн. фунтов стерлингов в год. Биогаз и технологии его производства являются важной частью устойчивого энергоснабжения предприятий. С позиции децентрализованного электроснабжения, охраны окружающей среды и сельского хозяйства, преимущества биогаза бесспорны.

Ведущей в мировом масштабе страной в области научных исследований, проектирования и использования биогаза является Германия [1-5]. В Российской Федерации также проводятся исследования по изучению энергетического потенциала анаэробно сброженных отходов с получением биогаза, созданы биоэнергетические комплексы для утилизации отходов, патентуются различные конструкции биореакторов [6-8].

Целью работы является систематизация, изучение и анализ информации получения биогаза из растительного сырья, в частности из активного ила.

В основе процесса получения биогаза лежит разложение органического субстрата. Процесс анаэробного разложения представим в виде схемы (рис.1) Важно отметить, что все этапы образования биогаза должны быть максимально адаптированы друг к другу для обеспечения непрерывности процесса.

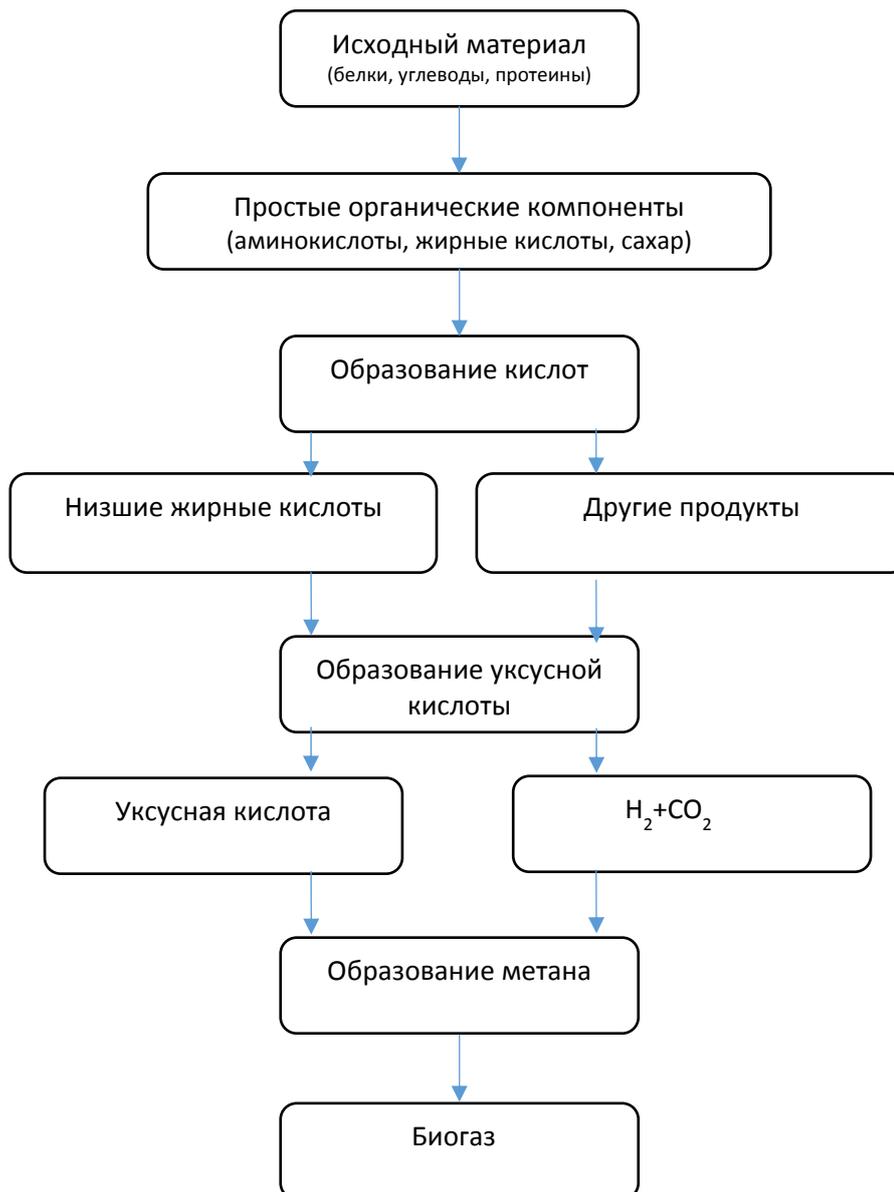


Рисунок 1. Схематическое представления процесса анаэробного разложения

На первом этапе происходит гидролиз, когда углеводы, белки, жиры расщепляются на аминокислоты, сахара, жирные кислоты. В процессе подкисления – образования уксусной кислоты, низшие жирные кислоты и другие продукты под действием ацетогенных бактерий преобразуются в субстанции, из которых позднее образуется биогаз. В связи с этим большое значение имеет парциальное давление водорода. При разработке технологии необходимо учитывать, что слишком большое содержание водорода по энергетическим причинам препятствует преобразованию промежуточных продуктов в ходе кислотогенеза. Важнейшим этапом является метаногенез, когда строго анаэробные археи перерабатывают прежде всего уксусную кислоту, а также водород и углекислый газ в метан. Новые исследовательские работы доказывают, что межвидовая передача водорода является фактором, который определяет скорость процесса.

Одноступенчатый процесс состоит из четырех параллельных по времени фаз анаэробного разложения. Но так как бактерии отдельных этапов разложения предъявляют различные требования к своему жизненному пространству (рН, температура), для обеспечения технологического процесса необходимо найти компромисс. Метаногенные микроорганизмы вследствие малой скорости роста являются слабым звеном биоценоза и чувствительнее всего реагируют на изменения, поэтому необходимо, чтобы условия среды были адаптированы прежде всего к требованиям метанобразующих бактерий. В связи с этим усилия, направленные на совершенствования конструкций биореакторов, должны быть направлены на создание отдельной зоны для осуществления процесса метаногенеза и по-видимому наличием возможности введения в нее биокатализаторов.

Потенциал образования биогаза в целом зависит от состава используемых субстратов. Желательно провести тестовое брожение с соответствующей смесью субстратов. Удельный выход газа и содержание

метана можно провести в виде таблицы 1. Для ориентировочной оценки потенциала субстрата существуют таблицы по питательности возобновимого сырья Германского сельскохозяйственного общества. В них приводится содержание золы, сырой клетчатки, жира, белка, экстрактивных веществ, а также их перевариваемость. На основании этих данных можно рассчитать массу перевариваемых групп вещества на 1 кг сухого вещества.

Таблица №1. Удельный выход биогазов и содержание метана

	Выход газа [л/кг оСВ]	Содержание метана [об. %]
Перевариваемый белок (RP)	700	71
Перевариваемый жир (RL)	1250	68
Перевариваемые углеводы (RF+NfE)	790	50

Интересно отметить, что реальный выход биогаза превышает расчетный. Это происходит в результате синергетического эффекта (когда компоненты усиливают действия друг друга), поэтому выход биогаза в действительности больше, чем в теории. Большое значение при эксплуатации энергетических установок имеет качественный состав биогаза. Управлять процессом получения биогаза определенного состава можно лишь ограниченно, так как в первую очередь он зависит от состава сырья, то есть процентным содержанием жиров, белков и углеводов. Средний состав биогаза следующий (%): метан-50-70; углекислый газ 25-45; вода 2-7; азот до 2; кислород до 2; водород до 1, а также сероводород 20-200000 ppm. Исходя из состава биогаза понятно, что при некоторых субстратах и его сжигании выбросы необходимо

тщательно очищать от соединения серы. Таким образом основы анаэробной ферментации, влияние условий среды, знания состава субстрата и эксплуатационных параметров в биогазовых установках позволяют определить выход биогаза и его средний состав, и в дальнейшем спроектировать котел для сжигания биогаза и газоочистные сооружения.

Анализ информационных источников Германии по наиболее эффективной последовательности технологических этапов получения биогаза позволил выделить четыре этапа которые представлены на рисунке 2. Тесная связь имеется между этапами 2 и 4, так как этап 4 обычно обеспечивает технологическое тепло, необходимое на этапе 2.

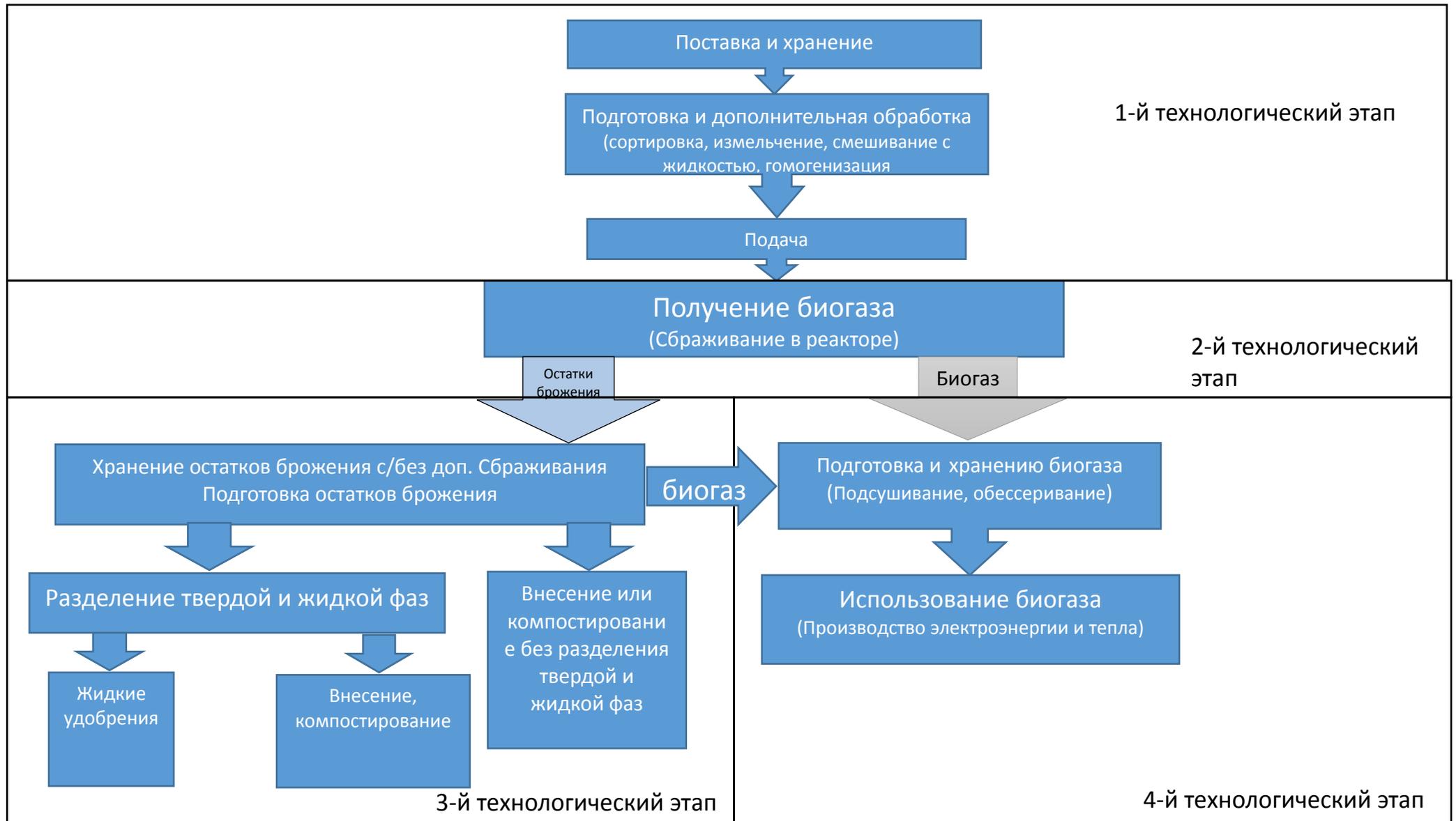
Для обеспечения экологической безопасности производства биогаза необходима обработка остатков брожения с получением кормов для животных или удобрений (этап 3), в этом случае необходимо использовать элементы наилучших доступных технологий, представленные в трехтомном справочнике по обращению с отходами, так как остатки брожения являются именно отходами производства и к ним применяются соответствующие критерии безопасности. В блоке 4 важное значение имеет этап подготовки биогаза, в частности удаление из него соединений серы, так как при сжигании необходимо будет использовать установки для очистки газовых выбросов.

Необходимо отметить, что в России проводятся исследования по получению биогаза, существует рынок биогаза, лидером в этой области является Белгородская область, в которой эффективно работает Институт альтернативной энергетики, а внедрением разработок занимается корпорация «БиогазЭнергоСтрой»[8-10]. Общий объем органических отходов в РФ оценивается примерно в 630 млн. т. из которого можно получить 30 млн.м³ биогаза, при сжигании которого образуется 69 ГВт электроэнергии или 86



ГВт тепла. В каждом городе, имеющим централизованную канализацию с биологической очисткой сточных вод, образуются перспективные для получения биогаза органические отходы-активный ил. На большинстве очистных станций РФ имеются неработающие метантенки, предназначенные для получения биогаза из активного ила. Представленный в статье анализ может способствовать внедрению биогазовых установок.

В дальнейшем необходимо проводить исследования по экологизации работы биогазовых установок, в частности метантенков и внедрение элементов наилучших доступных технологий для уменьшения отрицательного воздействия их на окружающую среду.



Литература

1. Braun, R.: Biogas-Methanärung organischer Abfallstoffe; Springer Verlag Wien, New York, 200. pp. 45-60.
2. Kloss, R.: Planung von Biogasanlagen; Oldenbourg Verlag München, Wien, 1986. pp. 97-126.
3. Schattner, S.; Gronauer, A.: Methangärung verschiedener Substrate- Kenntnisstand und offene Fragen, Gölzower Fachgespräche, Band 15: Energetische Nutzung von Biogas: Stand der Technik und Optimierungspotenzial, pp. 28-38, Weimar, 2000.
4. Weiland, P.: Grundlagen der Methangärung-Biologie und Substrate; VDI-Berichte, Nr. 1620 “Biogas als regenerative Energie-Stand und Perspektiven” ; pp. 19-32; VDI-Verlag 2001
5. Jäkel, K.: Managementunterlage “Landwirtschaftliche Biogaserzeugung und –verwertung”, Sächsische Landesanstalt, 1998/2002/ ss. 63-72.
6. Вандышева М. С. Биогаз альтернативный источник энергии // Вестник НГИЭИ. 2014. №6 (37). С.22-26
7. Крайнов Ю. Е. Технология получения биогаза из отходов и сырья в сельскохозяйственном производстве // Вестник НГИЭИ. 2013. №10 (29). С.81-85
8. Шеина Ольг. А., Сысоев В. А. Биохимия процесса производства биогаза как альтернативного источника энергии // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2009. №1. С.73-76
9. Сидоров Ю. И. Современные биогазовые технологии // Biotechnol. acta. 2013. №1. С. 46-61
10. Беспалов В.И., Адамян Р.Г. Анализ условий образования биогаза на полигоне по захоронению твердых отходов потребления //



Инженерный вестник Дона, 2013, №2. URL:
ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1657

11. А.Г. Фарков Потенциал использования биогаза в регионах аграрной специализации // Инженерный вестник Дона, 2013, №1. URL:
ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1546

References

1. Braun, R. Springer Verlag Wien, New York, 2001. pp. 45-60.
2. Kloss, R. Oldenbourg Verlag München, Wien, 1986. pp. 97-126.
3. Schattner, S.; Gronauer, A.: Methangärung verschiedener Substrate- Kenntnisstand und offene Fragen, Gülzower Fachgespräche, Band 15. pp. 28-38, Weimar, 2000.
4. Weiland, P.: Grundlagen der Methangärung-Biologie und Substrate; VDI-Berichte, Nr. 1620 pp. 19-32; VDI-Verlag 2001
5. Jäkel, K.: Managementunterlage, Sächsische Landesanstalt, 1998/2002 pp. 63-72.
6. Vandysheva M. S. Vestnik NGIJeI. 2014. №6 (37). pp.22-26
7. Krajnov J. E. . Vestnik NGIJeI. 2013. №10 (29). pp.81-85
8. Sheina O. A., Sysoev V. A. Vestnik Tambovskogo universiteta. Serija: Estestvennye i tehnicheckie nauki. 2009. №1. pp.73-76
9. Sidorov Ju. I. Biotechnol. acta. 2013. №1. pp. 46-61
10. Bepalov V.I., Adamjan R.G. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1657
11. A.G. Farkov Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1546