

УДК 573.6.086.83:636

## БИОГАЗ

Буцько К.С., Ленковец Е.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Петровская Т.А.

Биогаз является одним из видов биотоплива, которое получают из биомассы. Поскольку биогаз производится из биомассы, он относится к одному из видов возобновляемых источников энергии.

Биогаз получают из биологического материала живых организмов (органического вещества), и он формируется в процессе биологического распада этого органического вещества при отсутствии кислорода. Биогаз можно получать из городских органических отходов, лесосечных отходов, растительного материала, навоза и других источников. Биогаз состоит в основном из метана и диоксида углерода и может содержать небольшое количество сероводорода.

Существуют три основных источника биогаза: продукты очистки сточных вод, органические отходы и отходы животноводческих ферм, наибольшая доля биогаза поступает именно от них. Поэтому мы уделим в нашем докладе им большее внимание, чем остальным.

В XVII веке Ян Баптист Ван Гельмонт 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.

Мы выяснили, что первая задокументированная биогазовая установка была построена в Бомбее, Индия в 1859 году. А в 1895 году биогаз применялся в Великобритании для уличного освещения. В 1930 году, с развитием микробиологии, были обнаружены бактерии, участвующие в процессе производства биогаза.

В СССР исследования проводились в 40-х годах прошлого века. В 1948—1954 гг. была разработана и построена первая лабораторная установка. В 1981 году при Госкомитете по науке и технике была создана специализированная секция по программе развития биогазовой отрасли. Запорожский конструкторско-технологический институт сельскохозяйственного машиностроения построил 10 комплектов оборудования.

Анаэробное сбраживание является биохимическим процессом сбраживания биомассы в бескислородной среде под влиянием определенных видов бактерий. Несколько различных видов бактерий действуют одновременно, чтобы расщепить сложные органические отходы поэтапно, что в конечном итоге завершается получением биогаза.

Для контролируемого анаэробного сбраживания необходима герметичная камера, называемая реактором. Для обеспечения жизнедеятельности бактерий, в реакторе должна поддерживаться температура не менее 20°C. При повышении температуры, вплоть до 65°C, сокращается время обработки и на 25 — 40% уменьшается необходимый объем бака. Существует несколько видов анаэробных бактерий, способных «действовать» и при более высокой температуре.

Существует два основных способа анаэробного сбраживания: мокрый способ АС и сухой способ АС. Основное различие между двумя способами связано с формой перерабатываемых отходов. Сухое АС связано со сбраживанием органических отходов, в неизменном виде, лишь с простой механической сортировкой после которой отходы остаются в той же твердой форме. Мокрое АС требует, чтобы отходы превратились в однородную жидкую массу, которая может перекачиваться в процессе обработки. Сухое АС, как правило, дешевле в эксплуатации, так как меньше воды нагревается и больше газа производится на единицу сырья. Тем не менее, предварительные расходы на мокрое АС ниже.

Биогаз, полученный в реакторе (также известный как «газ реактора»), на самом деле является смесью метана и диоксида углерода, составляющих более 90 процентов общего

объема. Биогаз обычно содержит небольшое количество сероводорода, азота, водорода, метилмеркаптана и кислорода. Метан является горючим газом. Теплотворная способность газа реактора зависит от количества метана, который в нем содержится. Содержание метана колеблется от 55 до 80%. Типичный газ реактора с концентрацией метана 65%, содержит около 22 МДж энергии на кубический метр.

В фермерских хозяйствах небольшие реакторы простой конструкции могут производить биогаз, для производства электроэнергии местного потребления и выработки тепла. Например, биогазовая установка может переработать 30 кубических метров навоза в день, количество, производимое стадом из 500 дойных коров. Газ реактора можно использовать как топливо двигателя-генератора электроэнергии. При этом реактор такого типа позволяет вырабатывать больше электричества и получать горячей воды, чем необходимо для этого стада.

Мы можем наблюдать значительный рост производства биогаза. В 2010 году в Европе в эксплуатации находилось 5900 установок (2300 МВт), причем к концу 2018 года планируется построить около 12400 установок (5800 МВт). В Европе потенциальные поставки первичной энергии с биогазом составляют около 1 ТВтч (3600 ТДж) в расчете на 1 млн. человек.

Наиболее значительным возобновляемым источником энергии в Беларуси является **древесина**. Ежегодно заготавливается около 13 млн. м<sup>3</sup> древесины, и 6,5 млн. м<sup>3</sup> используется в качестве биомассы. В Беларуси большое количество водогрейных котлов мощностью от 60 до 5000 кВт работают на древесном топливе. В 2007 году из биомассы и отходов было произведено, 20 млн. кВтч электроэнергии.

В мае 2009 года Всемирный банк утвердил \$ 125-миллионный кредит для Беларуси с целью повышения энергоэффективности при выработке тепла и производстве электроэнергии в отдельных городах. Основная цель проекта заключается в преобразовании существующих котельных в ТЭЦ (производящих и тепло, и электроэнергию) в нескольких городах Беларуси. Данное преобразование должно обеспечить около 90 МВт дополнительной электрической мощности (Национальный правовой портал, 2009).

Беларусь **очень хорошо подходит для развития энергии биомассы** благодаря большой площади, пригодной для лесной отрасли промышленности; равнинной местности, хорошо развитого распределения мощности и инфраструктуры централизованного теплоснабжения, а также технически образованного общества.

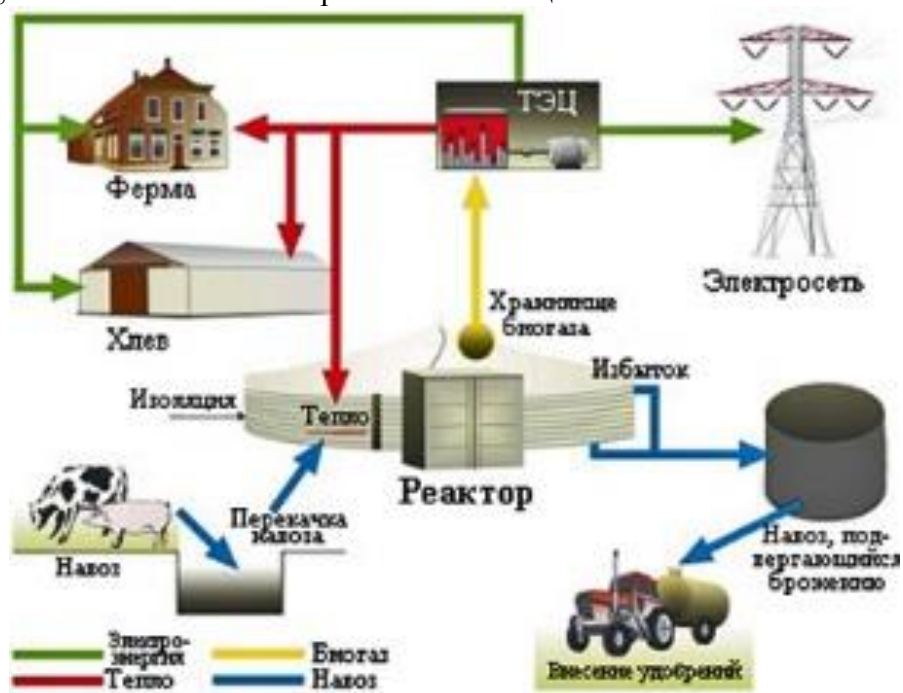


Рисунок 1. Схема производства и использования биогаза

Биогаз используют в качестве топлива для производства: электроэнергии, тепла или пара, или в качестве автомобильного топлива.

Биогазовые установки могут устанавливаться как очистные сооружения на фермах, птицефабриках, спиртовых заводах, сахарных заводах, мясокомбинатах. Биогазовая установка может заменить ветеринарно-санитарный завод, т. е. падаль может утилизироваться в биогаз вместо производства мясокостной муки.

Среди промышленно развитых стран ведущее место в производстве и использовании биогаза по относительным показателям принадлежит Дании — биогаз занимает до 18 % в её общем энергобалансе. По абсолютным показателям по количеству средних и крупных установок ведущее место занимает Германия — 8000 установок. В Западной Европе не менее половины всех птицеферм отапливаются биогазом.

Сельскохозяйственные биогазовые установки в процессе работы используют четыре различные стадии:

1. Транспорт, доставка, хранение и предварительная обработка сырья
2. Производство биогаза (АС)
3. Хранение результатов брожения, возможно приведение в соответствии с установленными нормами и использование
4. Хранение биогаза, приведение в соответствии с установленными нормами и использование

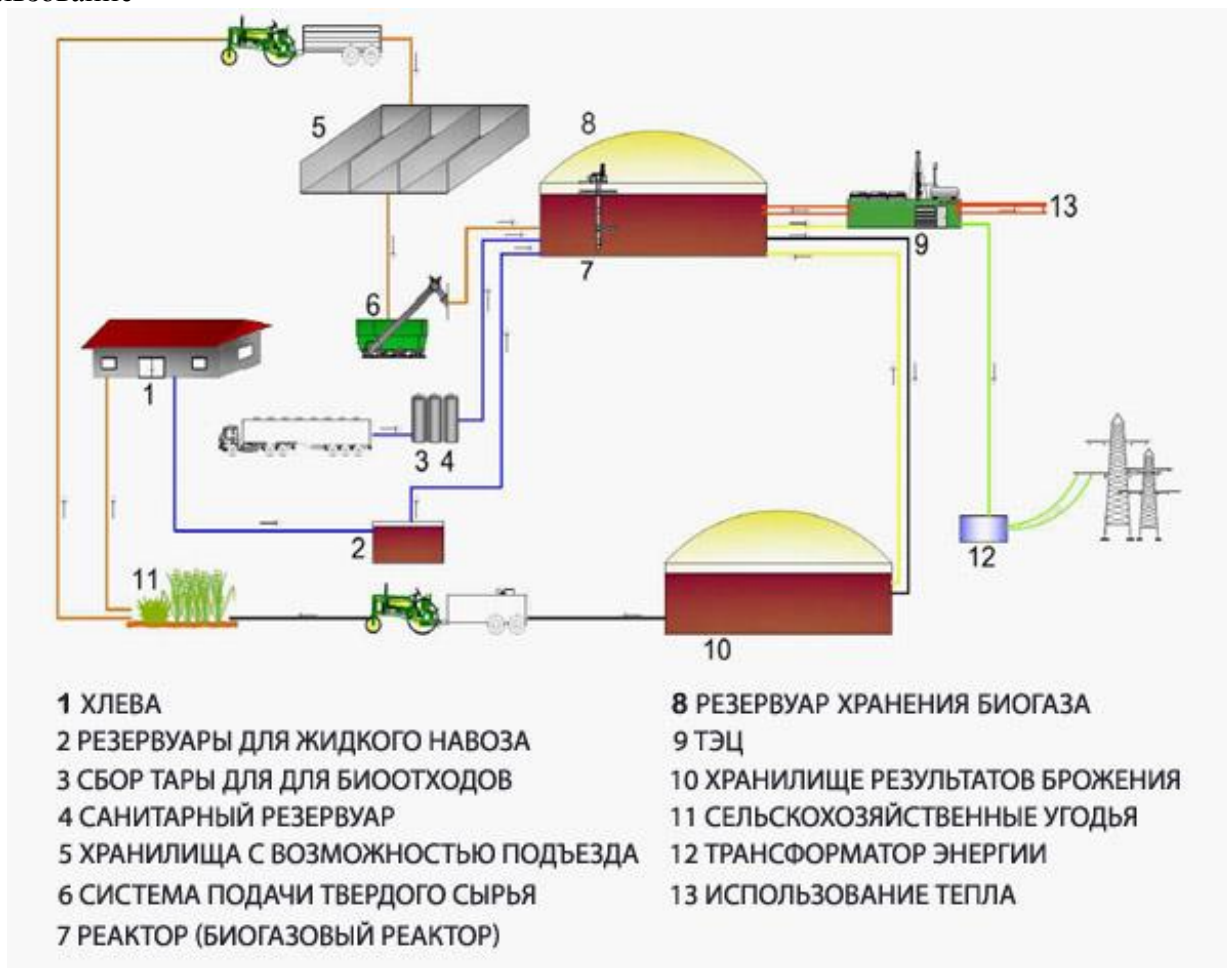


Рисунок 2. Стадии транспортировки биогаза

Стадии процесса, изображенные на рисунке 2, показывают упрощенную картину типичной установки перебродивания.

1. Первая стадия (хранение, приведение в соответствии с установленными нормами, транспортировка и подача сырья) включает в себя резервуар для жидкого навоза

(2), емкость для отходов (3), санитарный резервуар (4), хранилища для биомассы с возможностью подъезда (5) и систему подачи твердого сырья (6).

2. Вторая стадия включает в себя производство биогаза в биогазовом реакторе (7), который также называется реактором.

3. Третья стадия представлена хранилищем результатов брожения (10) и использованием результатов брожения в качестве удобрений на полях (11).

4. Четвертая стадия (хранилище биогаза, приведение в соответствии с установленными нормами и использование) состоит из резервуара хранения газа (8) и ТЭЦ (9).

ТЭЦ является распространенным потребителем биогаза во многих странах с развитым сектором биогаза, так как это считается очень эффективным способом производства энергии. ТЭЦ, созданные на основе двигателя внутреннего сгорания, имеют КПД до 90% и производят 35% электроэнергии и 65% тепла. Наиболее распространенными видами ТЭЦ являются теплоэлектростанции блочного типа с двигателями внутреннего сгорания, которые соединены с генератором. Генератор, как правило, имеет постоянную скорость вращения 1500 оборотов в минуту для того, чтобы быть совместимым с частотой электрической сети. Электроэнергия, полученная из биогаза, может использоваться для привода электрического оборудования, такого как насосы, системы управления и мешалки. Прежде, чем биогаз поступит на ТЭЦ, его обезвоживают и сушат. Большинство газовых двигателей имеют очень жесткие допуски по содержанию сероводорода, галогенированного углеводорода и силоксанов, находящихся в биогазе.

Важным вопросом для энергетической и экономической эффективности биогазовой установки является использование полученного тепла. Как правило, часть тепла используется для обогрева реакторов (технологическое тепло), оставшаяся часть, примерно 2/3 от всей произведенной энергии, — для внешних потребностей. Тепло может использоваться для промышленных процессов, сельскохозяйственного производства или отопления помещений. Наиболее подходящий потребитель — промышленность, как постоянный потребитель тепловой энергии в течение всего года. Качество тепловой энергии (температура) является важным критерием для промышленных предприятий. Использование тепла, полученного из биогаза, для отопления зданий и домашних хозяйств (мини-тепловые сети или центральное отопление) является еще одним вариантом, хотя он отличается неравномерным спросом на тепловую энергию: низкий спрос в летний период и высокий — в зимний период. Тепло также может использоваться для сушки сельскохозяйственных культур и древесной щепы или для разделения и дальнейшей обработки продуктов брожения.

Однако, мы можем выделить и отрицательные стороны биогаза, а именно:

1. Высвобождение парниковых газов, связанное с использованием азотных удобрений;
2. Загрязнение фосфатными удобрениями земель и грунтовых вод;
3. Орошение;
4. Вытеснение производства продовольственных культур;
5. Рост цен на продукты питания.

#### Литература

1. В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер Биогаз. Теория и практика.
2. Возобновляемые источники энергии: [Электронный ресурс] // Биогаз. М., 2012-2017. URL: <http://www.re.energybel.by/biogas/>. (Дата обращения: 10.04.2017).
3. Barbara Eder. Heinz Schulz. 1996. Перевод на рус. Биогазовые установки. Практическое пособие.
4. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. ГОСТ 5542-87.