

КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА

Рассмотрена возможность использования биогаза для производства электрической и тепловой энергии. Представлены результаты энергетической и экономической эффективности внедрения станции энергообеспечения на биогазе.

Ключевые слова: электрическая и тепловая энергия, биогаз, энергообеспечение.

Розглянута можливість використання біогазу для виробництва електричної і теплової енергії. Представлені результати енергетичної та економічної ефективності впровадження станції енергозабезпечення на біогазі.

Ключові слова: електрична і теплова енергія, біогаз, енергозабезпечення.

Possibility of the using of biogas is considered for the production of electric and thermal energy. The results of power and economic efficiency of introduction of the station of the energysecuring are presented on biogas.

Keywords: electric and thermal energy, biogas, the energysecuring.

Введение

Необходимость сокращения потребления природного газа – одна из наиболее актуальных энергетических проблем для Украины. В последнее время стоимость природного газа существенно возросла, что привело к существенным трудностям в ряде отраслей промышленности. Такое положение вынуждает к поиску альтернативных источников энергии и внедрению энергосберегающих технологий.

Одним из основных путей сокращения потребления природного газа в Украине может стать широкое применение технологий производства энергии из местных видов топлива, таких как биомасса и торф, а также использование биогазовых технологий. Эти технологии включают получение биогаза путем анаэробной ферментации отходов животноводства или растениеводства, а также добычу биогаза на полигонах твердых бытовых отходов. Биогаз на 50-60 % состоит из метана и может использоваться в адаптированных двигателях для производства теплоты и электроэнергии или применяться вместо природного газа в промышленном производстве. В ближайшие годы интенсивно будут развиваться технологии использования биогаза со свалок и очистных станций, а после 2010 г. можно ожидать прироста производства биогаза из отходов животноводства.

Биогаз возникает при воздействии связывающих метан бактерий в процессах анаэробной ферментации органических веществ, таких как навоз, жидкое навозное удобрение, растения, пищевые отходы. Он образуется там, где нет доступа кислорода, например, в болотах и топях, пищеварительном тракте животных [1].

Технологическая схема получения и применения биогаза приведена на рис. 1.

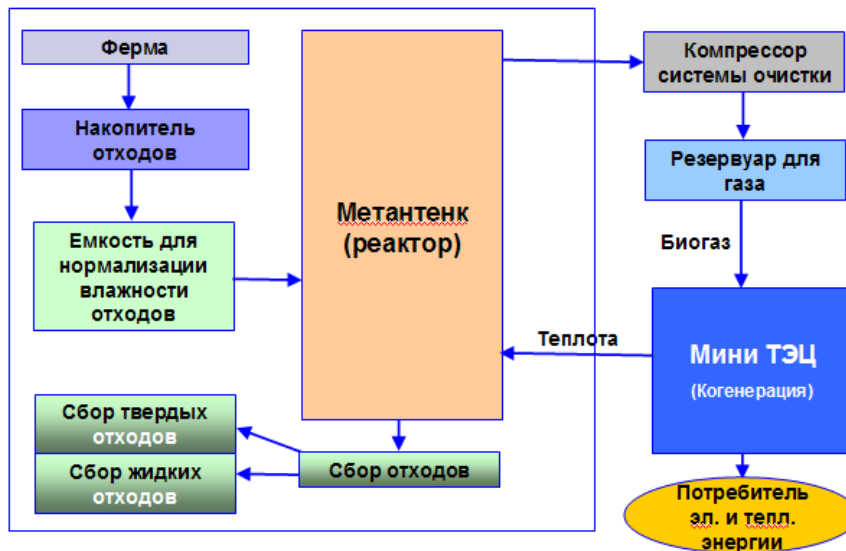


Рис. 1. Технологическая схема получения и применения биогаза

При соблюдении оптимального температурного режима сбраживания в реакторе, постоянном перемешивании сырья, своевременной загрузке исходного и выгрузке сброженного материала выход биогаза достигает $2\div3 \text{ м}^3$ с 1 м^3 реактора, а максимальный выход может достигать 6 м^3 . Одна корова способна обеспечить получение $2,5 \text{ м}^3$ газа в сутки, бык на откорме – $1,6 \text{ м}^3$, свинья – $0,3 \text{ м}^3$, птица – $0,02 \text{ м}^3$.

Энергетический потенциал биогаза

Теплота сгорания биогаза около $20\text{-}30 \text{ МДж/нм}^3$, что эквивалентно сгоранию $0,6 \text{ л}$ бензина; $0,85 \text{ л}$ спирта; $1,75 \text{ кг}$ дров. Из 1 м^3 биогаза может быть выработано до 2 кВт/час электроэнергии.

Образование биогаза

В таблице 1 указано образование биогаза для различных хозяйственных животных.

Таблица 1

Емкость ферментера, м^3	Количество голов, ед.	Образование биогаза	Образование биогаза
		МДж/день	МДж/день
Куры-несушки			
500	35 000	9 600	400
2 000	142 000	39 000	1 800
4 000	283 000	77 700	3 500
10 000	710 000	195 000	8 800
Свиное поголовье			
500	1 500	7 000	300
2 000	6 000	27 000	1 200
4 000	12 000	55 000	2 500
10 000	30 000	139 000	6 200
Молочный скот			
500	160	5 000	230
2 000	650	21 000	960
4 000	1 300	42 000	1 900
10 000	3 200	106 000	4 800

Преимущества и недостатки биогаза

Преимущества:

1. Навозные стоки после сбраживания более эффективны в качестве удобрения по сравнению с неферментированными стоками, так как в результате минерализации уменьшается соотношение C/N и навозная жижа лучше усваивается растениями. Её можно применять в качестве подкормки во время фазы роста.

Таким образом, при эксплуатации установки на биогазе получают ценное удобрение, которое можно хранить продолжительное время перед применением. В отличие от неферментируемой навозной жижи, навозные стоки после сбраживания положительно воздействуют на образование гумуса. Как показывает опыт, уже через короткое время (3-4 года) достигается улучшение почвы, в частности гумусного слоя. Благодаря этому в период длительной засухи такие почвы высыхают лишь на поверхности, не образуются мелкие трещины; и тем самым значительно дольше сохраняется влажность почвы.

2. Вместо простой утилизации органических отходов производится энергия и используются питательные вещества. Тем самым в основе биогазовой технологии лежит идея благоприятной для окружающей среды экономики и децентрализованной утилизации отходов. Производство возобновляемого источника энергии – биогаза – позволяет экономить ресурсы. В результате сбраживания улучшается состав и качество почвы, обеспечивается защита грунтовых вод.

3. Увеличение использования возобновляемых энергоресурсов на базе установок на биогазе обеспечивает защиту климата. Существенным преимуществом для окружающей среды от использования биогазовой технологии является уменьшение эмиссии парниковых газов, прежде всего метана (CH₄), закиси азота (NO₂) и диоксида углерода (CO₂).

4. Произведённая энергия может использоваться для удовлетворения потребности в тепле при обогреве зданий и для подогрева воды на бытовые нужды. Дополнительным аргументом является когенерационное производство электрической энергии, идущей на собственные нужды.

5. Обеспечиваются, сохраняются, а также формируются рабочие места в сельском хозяйстве. Новой экономической отраслью для сельского хозяйства может стать сопутствующее производство и реализация удобрений.

6. С формированием инфраструктуры по использованию навозных стоков затраты на технологию могут быть снижены, и может быть достигнуто эффективное использование оборудования. Благодаря комбинированному производству тепловой и электрической энергии обеспечивается гарантированный доход.

7. В процессе ферментации снижается число патогенных образований (прежде всего кишечной палочки и сальмонеллы), и снижается способность к прорастанию семян сорняков. Следующим преимуществом является экономия минеральных удобрений и средств по защите растений и защите воды. Биогазовая навозная жижа способна эффективно замещать минеральные удобрения и сохранять питьевую воду.

8. Эффективность навозной жижи возрастает в результате анаэробной обработки. Выделение запаха сокращается до 80 %, так как интенсивно разлагаются сильно пахнущие вещества, такие как, например, летучие жирные кислоты или фенолы. В результате гомогенизации возрастает текучесть и возможности перекачки насосами. Тем самым достигается более равномерное и лучшее распределение при внесении.

9. Эффективность использования посевных площадей достигается в результате использования площадей в энергетических целях. Появляется возможность выращивать на законсервированных площадях энергетические растения (например, кукурузу, рапс и т. д.), удобрять их согласно хорошей сельскохозяйственной практике и в итоге подавать в установку на биогазе.

При этом возможно, что каждое сельскохозяйственное предприятие консервирует 10-50 % своей сельскохозяйственной полезной площади, выделяет эти земли под установку на биогазе и в результате получает прибыль.

Недостатки:

- более высокий уровень pH отходов от ферментации;
- более высокая летучесть аммиака, и поэтому необходимо близкое к почве внесение удобрений (буксирный шланг, буксирный наконечник);
- необходимость использования закрытых ёмкостей для хранения биогаза.

Станции энергообеспечения на биогазе

Простую биогазовую установку можно представить как объем, заполненный навозом и накрытый колпаком с газоотводящим патрубком. Такого рода установки применяются в странах, где естественный температурный режим соответствует технологическим требованиям для сбраживания навоза: в Индии, странах Индокитая и южных провинциях Китая, где подобных установок насчитывается несколько миллионов. Суточная продуктивность такой биогазовой установки невелика: она составляет 0,15-0,3 м³ газа с 1 м³ реактора.

Технологическая схема промышленной биогазовой станции имеет вид, рис. 2:

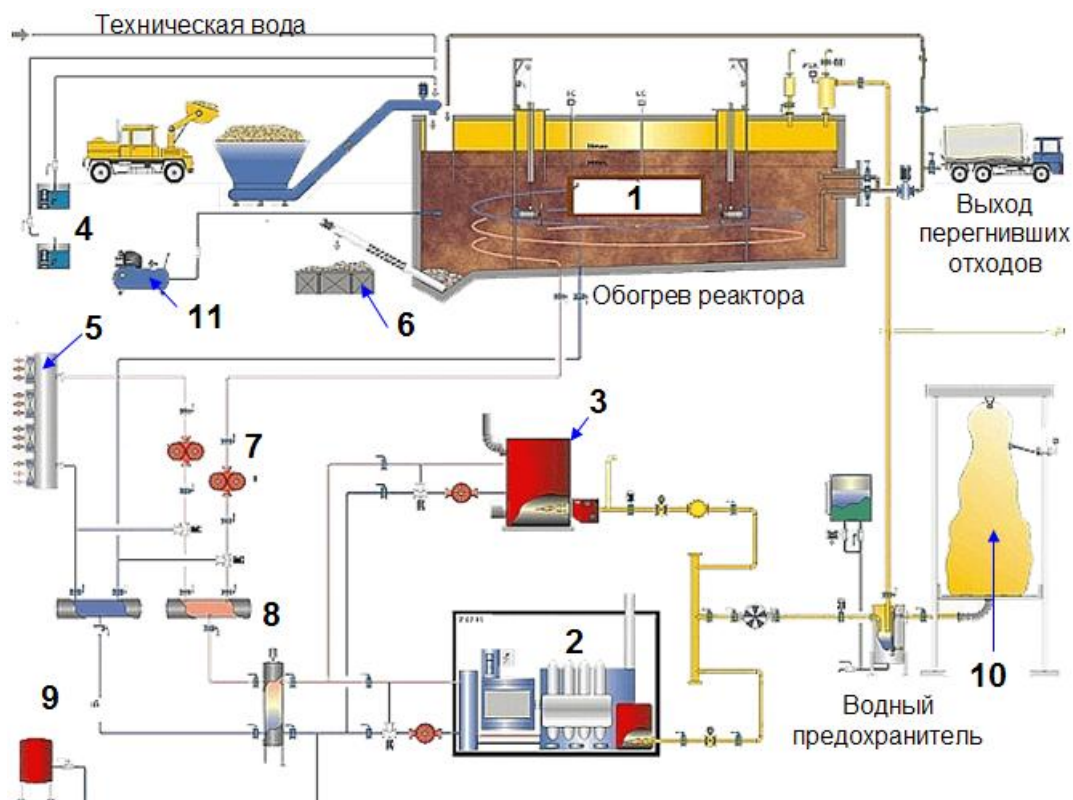


Рис. 2. Технологическая схема промышленной биогазовой станции:

- 1 – биореактор; 2 – когенерационная установка; 3 – газовый котел; 4 – сбор отходов;
 5 – охладитель; 6 – сбор удобрений; 7 – насосы; 8 – распределитель;
 9 – распределительный бак; 10 – газгольдер; 11 – привод перемешивающего устройства

Оценка экономической целесообразности внедрения станции энергообеспечения на биогазе:

- количество голов птицы, ед.: 650 тысяч;
- ожидаемое производство биогаза: 8000 м³/день;
- электричество, производимое в когенерационном модуле: 730 кВт в час;
- тариф на электроэнергию: 0,08 \$ за кВт/час;
- стоимость оборудования для получения биогаза: 3404 тыс. \$ (из условий – 370 \$/м³ объема метантанка);
- стоимость когенерационного модуля без утилизации для производства электроэнергии и тепла на собственные нужды: 350 тыс. \$;
- эксплуатационные затраты по содержанию оборудования: 35 тыс. \$ в год.;

- годовой доход: 581 тыс. \$;
- годовая прибыль: 546 тыс. \$;
- срок окупаемости 82 месяца (6,9 лет);

Возможно получение дополнительной прибыли за счет продажи удобрений, при этом срок окупаемости уменьшается до 5 лет.

Мотивация строительства биогазовых установок:

1. Независимость от государства в обеспечении энергией.
2. Экономия денежных средств за счет перехода на собственный биогаз.
3. Применение биогаза для защиты климата.
4. Получение эффективных удобрений по сравнению с неферментированной навозной жижей.
5. Получение дополнительного дохода и инвестиций за счет продажи квот на выбросы по Киотскому протоколу.
6. Получение дополнительных преимуществ за счет использования возобновляемых источников энергии.
7. Улучшение экологии предприятия, на котором реализуется проект.
8. Производство экологически чистых тепловой и электрической энергии.

Барьеры для создания биогазовых когенерационных установок:

1. Отсутствие механизма государственных дотаций и преференций.
2. Отсутствие закона о надбавке к тарифу при производстве энергии от возобновляемых источников энергии.
3. Отсутствие рынка удобрений, произведенных в биогазовых установках.
4. Потребность в большой площади для строительства биогазовых установок.

Выводы

Биогазовые технологии – радикальный способ обезвреживания и переработки разнообразных органических отходов растительного и животного происхождения, включая экскременты животных и человека с одновременным получением высококалорийного газообразного топлива – биогаза и высокоэффективных экологически чистых органических удобрений. Биогазовые технологии – решение проблем энергетики, агрохимии и экологии.

В ближайшие годы будут интенсивно развиваться технологии использования биогаза со свалок и очистных станций, а после 2010 г. можно ожидать прироста производства биогаза из отходов животноводства. Суммарное мировое использование биогаза в 2030 г. может составлять 10,2 ТВт·ч/год, а в 2050 г. – возрастет до 17,4 ТВт·ч/год (технически возможный потенциал).

Таблица 2

Количество биогазовых установок, которые можно построить в Украине

Отрасль животноводства	Приблизительная емкость украинского рынка, установки с метантеком 1000 м ³	Установленная мощность, МВт		Время работы, ч/год	Замена ископаемого топлива, млн т н. э./год	Капитальные затраты, USD млн
		тепло	электроэнергия			
КРС	2400	594	297	8360	0,56	480
Свиньи	315	50	25	8360	0,0434	63
Птица	150	44836	22	8360	0,0385	30
Всего	2865	688	344		0,6419	573

По сравнению с традиционными видами топлив и другими альтернативными источниками энергии биогаз сжигается при теоретическом количестве воздуха, благодаря чему обеспечивается высокий тепловой КПД и большая температура горения, биогаз загорается при

любых температурах окружающей среды и обладает высокими противодетонационными свойствами.

В течение десятилетий производство тепловой энергии из биогаза было почти единственной технической возможностью для применения биогаза. В последнее время эта возможность применения биогаза была успешно вытеснена комбинированным использованием энергии. При комбинировании энергии в настоящее время может быть достигнута наивысшая эффективность преобразования энергии биогаза. Общий КИТ (Ю общ.) находится в пределах 85-90 % использованной энергии.

Биогаз прекрасно подходит для покрытия потребностей в наиболее напряженные периоды суток, то есть дает возможность покрывать также и определенную основную нагрузку. Еще одной возможностью использования биогаза является подача газопровода для биогаза к отдельным потребителям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гелетуха Г.Г., Долинский А.А. Развитие биоэнергетики в Украине: современное состояние и перспективы // Перша в Україні міжнародна конференція «енергія з біомаси», 23-27 вересня 2002 р., Київ, Україна: Тези доповідей. – С. 20-22.

Рецензенти: д.т.н., професор Шевцов А.,
к.т.н., професор Димо Б.В.

© Басок Б.И., Матвеев Ю.Б., Кужель Л.Н.,
Коломейко Д.А., 2009

Стаття надійшла до редколегії 04.05.09.