

Российский опыт внедрения биогазовых технологий для производства электрической и тепловой энергии

С.Я. Чернин, профессор, член-корреспондент РАН, председатель совета директоров, Ю.С. Парубец, руководитель проекта, Корпорация «БиоГазЭнергоСтрой», г. Москва

(Пилотный проект НП «Энергоэффективный город» № 7.3-1/40, www.energsovet.ru)

Преимущества биогазовых технологий

В настоящее время технологии переработки биологического сырья нашли широкое применение для решения проблемы утилизации органических отходов, уменьшения загрязнения окружающей среды, а также получения альтернативного источника энергии.

Биогаз, образующийся в специальных реакторах-ферментерах, является естественным продуктом распада, возникающим в процессе анаэробного сбраживания органических веществ, и по своим характеристикам и эффективности использования не уступает природному газу. Состав биогаза: CH_4 - 45-87%, CO_2 - 13-55%, незначительные примеси H_2 и H_2S . После очистки биогаза от CO_2 получается биометан - полный аналог природного газа (отличие только в происхождении). Теплота сгорания биогаза составляет 20-27 МДж/м³, биометана 35-40 МДж/м³.

Таблица. Основные показатели работы биогазовой станции в зависимости от типа утилизируемых отходов.

| Тип сырья | Отходы молочной фермы | Отходы свинофермы | Отходы птицефермы* | Отходы бойни* | Свекольный жом* |
|---|-----------------------|-------------------|--------------------|---------------|-----------------|
| Поголовье, ед. | 5800 | 50000 | 580000 | - | - |
| Влажность отходов, % | 85 | 88 | 75 | 90 | 75 |
| Выход отходов, т/сут. | 319 | 300 | 116 | 28 | 180 |
| Выход биогаза, м ³ /сут. | 14355 | 14400 | 14500 | 14000 | 14445 |
| Содержание метана, м ³ | 55 | 58 | 62 | 63 | 54 |
| Выход жидких органических удобрений, т/сут. | 306,2 | 288 | 111,4 | 26,8 | 172,8 |
| Электрическая мощность когенерационной установки, МВт | 1,2 | 1,2 | 1,21 | 1,17 | 1,2 |
| Тепловая мощность когенерационной установки, МВт | 1,44 | 1,44 | 1,45 | 1,4 | 1,44 |

* Возможно использование в качестве сырья только в комбинации с органическими отходами ферм крупного рогатого скота или кукурузным силосом.

Необходимым условием получения биогаза является наличие в биомассе **метаногенов (methanogens) - бактерий**, которые образуют метан как побочный продукт метаболизма в бескислородных условиях. Они широко распространены в заболоченных территориях, где образуется метан (болотный газ), и в кишечниках жвачных млекопитающих и человека.

В качестве сырья для производства биогаза могут быть использованы отходы животноводческих ферм, а также любая органическая масса (корма, отходы бойни, рыбного цеха, пищевого производства). В таблице приведены основные показатели биогазовой станции, оборудованной когенерационной энергоустановкой, в зависимости от типа утилизируемых отходов.

Кроме биогаза в биореакторах получают органическое удобрение, которое может быть использовано непосредственно в полевом севообороте, тепличных хозяйствах, либо в

качестве экспортного продукта.

Применение биогазовых технологий позволяет решить ряд экологических проблем:

- уменьшается количество выбросов метана в атмосферу (по некоторым данным, метан оказывает влияние на парниковый эффект в 21 раз более сильное, чем CO₂, и находится в атмосфере 12 лет);
- отсутствуют загрязнения воздушного бассейна, почвы и грунтовых вод в районе агропромышленного предприятия;
- происходит существенное сокращение санитарно-защитной зоны вокруг агропромышленного предприятия;
- происходит обеззараживание органических отходов животноводства и птицеводства;
- становится возможным замещение части минеральных удобрений и гербицидов при использовании готовых органических удобрений.

Биогазовый энергокомплекс



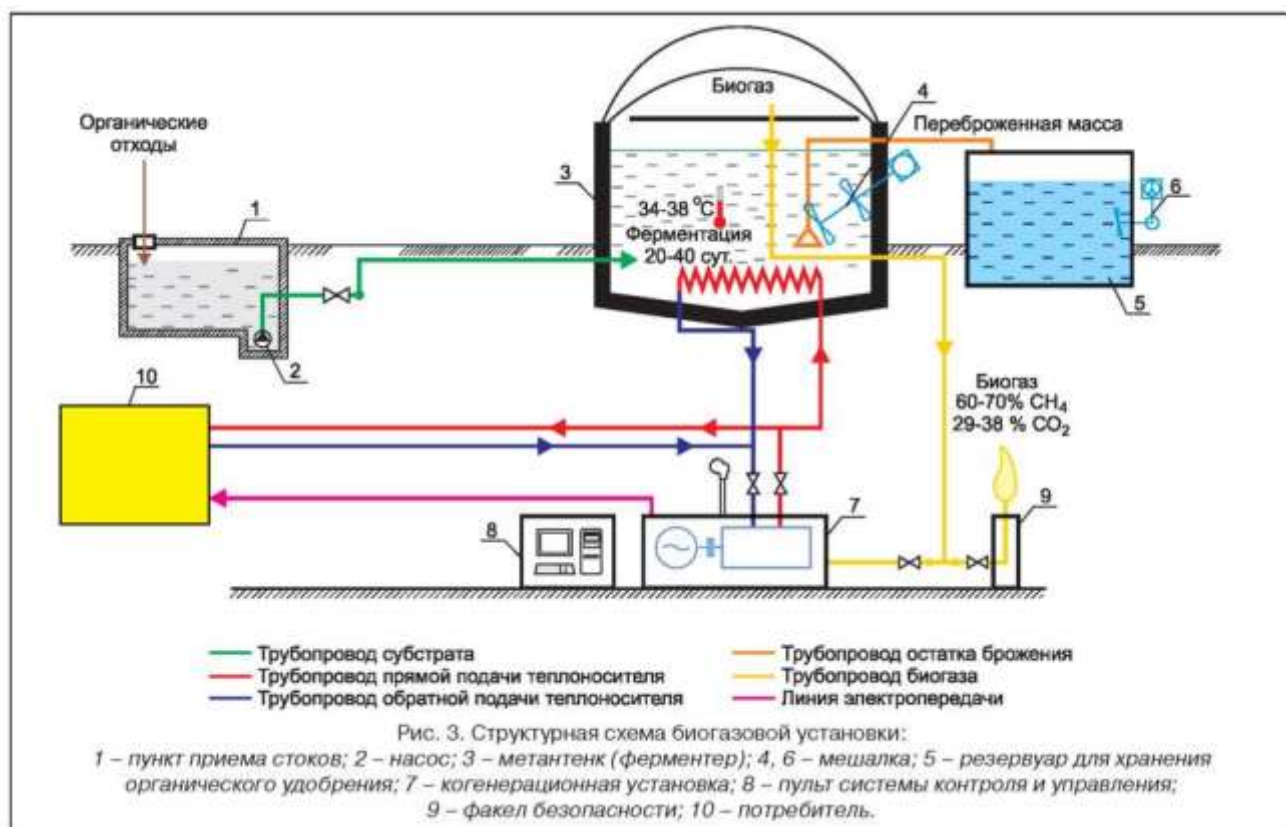
Рис. 1. Биогазовая станция
(дер. Дошино Медынского района Калужской области).

В ноябре 2009 г. в России была введена в эксплуатацию первая биогазовая станция промышленного масштаба (рис. 1), расположенная в дер. Дошино Медынского района Калужской области. Весь срок реализации проекта занял чуть более года. Станция построена в непосредственной близости к молочно-товарной ферме (рис. 2). Сырьем послужили органические отходы крупного рогатого скота, остатки кормов, силос. Станция ежедневно перерабатывает 120 м³ отходов. В ближайшее время утилизации будут подвергаться и отходы бойни (после того, как цех заработает в полную силу).



Рис. 2. Молочно-товарная ферма и биогазовая станция
(вид сверху).

Биогазовый комплекс (рис. 3) включает в себя оборудование для подготовки сырья, метантенки анаэробного сбраживания со встроенными газгольдерами, когенерационную установку (электрическая мощность - 320 кВт, тепловая - 400 кВт), оборудование по очистке газа, резервуары для хранения органического удобрения (рис. 4), а также системы контроля и управления.



Навоз поступает от фермы в пункт приема стоков, где установлен центробежный насос с измельчающим и перемешивающим устройством. Основная цель этого оборудования - измельчение, гомогенизация и подача сырья в метантенки. В герметичных метантенках при температуре сбраживания 38°C в бескислородной среде и периодическом щадящем перемешивании при участии метанобразующих бактерий происходит биохимический процесс сбраживания с образованием горючего биогаза (CH_4 - 60-70%, CO_2 - 28-38%). Биогаз поступает в газгольдеры, а перебродившая биомасса через сливной трубопровод синхронно с подачей удаляется из реактора (в том же количестве, как и подается в него) в хранилище, откуда в дальнейшем берется для использования в качестве органического удобрения.



Рис. 4. Резервуары для хранения органического удобрения.

При утилизации различного субстрата может возникнуть проблема высокой концентрации сероводорода в составе биогаза. С целью недопущения токсичной концентрации сероводорода в биомассе метантенка и дополнительного снижения его содержания в составе биогаза могут использоваться различные варианты десульфурации, например: на первом этапе - добавление солей железа в емкость для смешивания и гидролиза; на втором этапе (после метантенка) - использование механического фильтра.

Для очистки газа на биогазовой станции в дер. Дошино применяется сероочистная

установка для биологического обессеривания, обеспечивающая высокую степень очистки от серы без химических добавок и дополнительных затрат на утилизацию. Этот модуль позволяет снизить содержание сероводорода, образующегося в процессе деятельности микроорганизмов в биогазе, а следовательно, увеличить срок службы биогазовой установки. Затем используется конденсатор-сборник и фильтр очистки газа.

Состав биогаза на данной станции после очистки: CH_4 - до 70%, CO_2 - около 30%, а теплота сгорания - 35-40 МДж/м³.

Когенерационный энергоблок состоит из двух газопоршневых установок (рис. 5) на базе двигателей зарубежного производства и системы утилизации тепла охлаждающей жидкости и выхлопных газов двигателей. Энергоблок полностью обеспечивает биогазовую станцию и ферму электрической и тепловой энергией (для технологии, отопления, ГВС) как в летний, так и в зимний период.

Электрический КПД газопоршневой установки составляет 39%, а при комбинированной выработке тепловой и электрической энергии - 89%.

Когенерационный блок способен работать и на природном газе, также существует резервная линия подачи электроэнергии из общей сети на случай перебоев в подаче биогаза. Все это позволяет достичь максимальной надежности и бесперебойности электроснабжения объекта.

Опыт проектирования и эксплуатации

При проектировании теплоэлектростанции на биогазе за основу была взята европейская технология и адаптирована к российским условиям. Во-первых, были установлены мощные измельчители органических отходов, полностью изменена система автоматики. Во-вторых, пришлось вносить много изменений, чтобы приспособить работу станции к изменчивости характеристик химического состава навоза и, как следствие, колебаний метанового числа (характеризующего детонационную стойкость газообразного топлива - *прим. ред.*) - от 38 до 70. При низких значениях метанового числа станция просто отключалась. Сейчас же удалось добиться постоянного содержания более 70% метана в газе, что обеспечивает четкую устойчивую работу и постоянный выход электроэнергии и тепла.

Что касается энергетической и тепломеханической частей установки, то их пришлось переделывать полностью, т.к. изначальные параметры не адаптированы к российским нормативам и надзорные органы просто не допустили бы станцию к эксплуатации.

Испытанием для биогазовой станции стала суровая зима 2009 г., когда температура опускалась до -40 °С: замерзал субстрат, шло расслоение газа. В результате пришлось провести работы по дополнительному утеплению трубопроводов и самих метантенков, установить электрические котлы для обеспечения более стабильной нагрузки на газопоршневые установки и снабжения потребителей дополнительной тепловой энергией при низком потреблении электроэнергии. Все это удалось сделать, не останавливая работу биоэнергостанции.

Летом 2010 г. температура достигала уже +43 °С, но, благодаря усовершенствованию технических и технологических узлов, сбоев в работе станции не было. Надо отметить, что южноевропейские компании, эксплуатирующие биогазовые станции, легко справляются с жарой, но никак не с такими перепадами температуры. Станции, работающей в аналогичных климатических условиях (от -40 до +40 °С), в мире больше нет. На базе биогазовой станции в дер. Дошино планируется создание опытного полигона и научного центра, где будут производиться работы по повышению эффективности биогазового процесса.

В работе биогазового комплекса задействовано минимальное количество персонала: для выполнения необходимых ежедневных технологических операций одному оператору требуется не более 2-4 ч в день; техническое обслуживание и ремонтные работы проводит сервисная организация по договору.

Величина капитальных затрат на строительство биогазового комплекса зависит от варианта исполнения и комплектации комплекса, типа перерабатываемого сырья, требуемой мощности и выбранной технологии, а также месторасположения и климатических условий. Удельные капитальные затраты на подобные комплексы («под ключ», включая мини-ТЭС на базе когенерационной установки) составляют 3,5-5 млн евро на 1 МВт установленной электрической мощности.

Источники выручки биогазового комплекса варьируются в зависимости от особенностей биогазовой установки и потребностей предприятия агропромышленного комплекса. В общем виде источники доходов биогазового комплекса - это прямые доходы от реализации биогаза и его производных и составляющих (метан, углекислый газ); доходы от вырабатываемой электро- и тепло- энергии для поставки в сеть или сторонним потребителям; доходы от применения/продажи высокоэффективных органических биоудобрений и кормовых добавок в рацион животных.

Кроме того, возможны дополнительные доходы за счет утилизации отходов предприятия (отсутствие платы и штрафов за хранение), сокращения затрат на покупку минеральных удобрений и гербицидов, реализации единиц сокращения выбросов парниковых газов, а также повышения стоимости конечной продукции предприятия агропромышленного комплекса за счет «экологического бонуса».

Строительство биогазовой установки в дер. Дошино - это пилотный инвестиционный проект. Средняя окупаемость подобного рода комплексов при условии реализации всех получаемых продуктов (электро- и теплоэнергии, биоудобрения) составляет около 4-5 лет. Однако в отсутствии надлежащей поддержки со стороны государства эти цифры увеличиваются.



Рис. 5. Контейнер газопоршневой когенерационной установки.

Проблемы и перспективы биогазовых технологий в России

Общий объем органических отходов в России за год составляет около 624,5 млн т (по данным 2005 г.: 225 млн т по сухому веществу). Потенциальное производство биогаза в год - до 72 млрд м³, что соответствует производству до 172500 ГВтч электрической и до 207100 ГВтч тепловой энергии в год.

Развитие биогазовых технологий в комплексе с когенерационными установками позволит:

- утилизировать и перерабатывать органические отходы;
- на вновь строящихся объектах исключить огромные затраты на оплату технологического подключения к централизованным сетям;
- обеспечить бесперебойность электро- и теплоснабжения собственного производства;
- снизить ущерб от «некачественной» энергии, аварийного выхода из строя

оборудования и недоотпуска продукции;

- получить экологичный энергоноситель и снизить антропогенную нагрузку на экосистемы;
- увеличить прибыль за счет снижения затрат на покупку тепловой и электрической энергии;
- получить экологичное и высококачественное органическое удобрение;
- получить экологически чистую продукцию растениеводства и животноводства, тем самым, сохранив здоровье населения.

На сегодняшний день есть ряд проблем, не позволяющих в полной мере внедрить проекты в массовое производство, и среди них:

- недостаточное внимание со стороны государственных структур (отсутствие стимулирующих мер, в частности принятия «зеленых» тарифов для поставщиков электроэнергии, полученной из биогаза);
- отсутствие систем стимулирования бизнеса в данной области (несоблюдение законодательных норм в области хранения и утилизации отходов, отсутствие реально работающей системы административных наказаний);
- недостаточное внимание к проблеме получения экологически чистой продукции, не наносящей вред здоровью.

Несмотря на все сложности внедрения биогазовых проектов и учитывая значимость их энергетических и экологических сторон, рассматривается возможность строительства биогазовых станций с собственным инвестированием корпорации. Отобрано более десятка объектов для долгосрочного инвестирования и строительства биогазовых установок в качестве тиражируемых проектов. Так, например, достигнуто соглашение об инвестировании 3-4 млрд руб. в проекты биогазовых электростанций в Белгородской обл. Всего же запланировано строительство как минимум 20 биоэлектростанций в ближайшие два года.

Эта статья была опубликована в журнале «Новости теплоснабжения» №08 (132) 2011 г., http://www.ntsni.ru/8_2011.html



Журнал «Новости теплоснабжения»

Новости Теплоснабжения - журнал для специалистов в сфере теплоснабжения. Актуально. Профессионально. Доступно.

Подробнее о журнале на сайте <http://www.ntsni.ru/>