**Биогазовые установки**

**1. Биогаз вчера и сегодня**

Биогаз возникает в следствии разлагания органической субстанции (в дальнейшем сокращенно - органика) бактериями. Разные группы бактерий разлагают органические субстраты, состоящие преимущественно из воды, белка, жира, углеводов и минеральных веществ на их первичные составляющие - углекислый газ, минералы и воду. Как продукт обмена веществ при этом образовывается смесь газов, получившая название биогаз. Горючий метан (СН4) составляет от 5 до 85% и является основным компонентом биогаза, а значит и основным энергосодержащим компонентом.

Такой естественный процесс разложения возможен лишь в анаэробных условиях, то есть только при отсутствии проникновения кислорода. Этот процесс разложения называют также гниением - его можно наблюдать в болтах, озерах, трясинах и т.д. Если в такой среде присутствует кислород, то органику разлагают другие бактерии; в таком случае процесс будет называться компостированием. Другими естественными процессами разложения являются напр. Горение, переваривание либо брожение.

Энергия, освобождающаяся вследствие анаэробного процесса не теряется как тепло при компостировании, вследствие жизнедеятельности метановых бактерий она превращается в молекулы метана.

Процессы гниения известны очень давно, они уже происходили даже тогда, когда наша атмосфера имела совсем иной состав. Метановые бактерии принадлежат к древнейшим и наиболее приспособленным живым существам на планете Земля. Процессы гниения имеют широкое распространение: в лессе морей, рек и озер («блуждающий огонек»). Они происходят так само, как и в трясине, болотах, шарах грунта, куда не проникает кислород, на свалках мусора, в навалах навоза, лагунах, отстойниках навоза, на участках выращивания риса и в кале жвачных парнокопытных животных (они вырабатывают около 200 л метана в день). В воде вырабатывание метана заметно по пузырькам газа, поднимающимся на поверхность. В зависимости от места происхождения, речь может идти о болотном газе, гнилостном газе, газе сточных вод, рудном газе, свалочном газе или, как его принято называть в сельском хозяйстве, о биогазе.

По большому счету из любой органики в условиях отсутствия кислорода можно добыть биогаз. Бактерии должны лишь иметь достаточное количество времени, чтобы справиться с материалом, который сложно разлагается, каковым могут являться, например одеревеневшие растения. Этот процесс целенаправленно используют при очистке сточных вод, чтобы разложить органические соединения вредных веществ. Однако некоторые субстраты оказались наиболее подходящими для такого процесса. Текучие, кашеобразные и вообще субстраты, задерживающие значительное количество воды, наилучшим образом подходят для процесса брожения, поскольку в них можно легко выдержать анаэробные условия, в то время как материал из больших цельных кусков как древесина лучше разлагать компостированием либо иным путем.

Газ метан, содержащийся в биогазовой смеси, имеет энергетическую ценность от 10 кВт на мі (применительно к чистому метану) и является таким же газом, как и природный газ. Если смесь газов переводить в электрический ток с помощью генератора, то при его эффективности напр. 35% с 10 кВт брутто образуется 3,5 кВт электрического тока, который можно непосредственно подавать в сеть электрического питания.

Энергия, полученная из биогаза, принадлежит к возобновляемой, поскольку происходит из органического возобновляемого субстрата. Фактом является то, что ископаемые энергоносители на Земле заканчиваются и существует насущная потребность в альтернативных источниках, что придает еще большего значения производству биогаза на биогазовых установках. Кроме того, энергетическое использование биогаза по сравнению со сжиганием природного газа, сжиженного газа, нефти и угля является нейтральным по отношению к СО2, поскольку выделяемый СО2 пребывает в пределах естественного круговорота углерода и потребляется растениями на протяжении вегетационного периода. Таким образом, концентрация СО2 в атмосфере по сравнению с использованием твердого топлива не увеличивается.

Однако метан тоже имеет свои недостатки: при попадании в воздух он очень медленно окисляется на двуокись углевода и воду под воздействием солнечных лучей, озона и так званых радикалов (молекулы НО-, быстро вступающие в реакцию). Метан после двуокиси углевода (на 50% вызывает парниковый эффект) является наиболее распространенным загрязнителем воздуха и на 20% вызывает явление парникового эффекта. Кроме того, при окислении он потребляет озон и этим самым делает свой вклад в увеличение озоновой дыры в стратосфере. Газовый факел, при помощи которого в аварийных случаях сжигают газ до неопасной двуокиси углевода, имеет большое значение также по этой причине.

До периода индустриализации производство метана и его расщепление пребывали в равновесии. Сегодня этот баланс в значительной мере нарушен: при добыче угля, нефти и природного газа выделяется огромное количество несожженного метана в атмосферу. К этому добавляется еще большое количество газа, которое возникает во всем мире от выращивания риса и животноводства. За последние десятилетия это

**2. Исторические корни биогазовых технологий**

Первые систематические исследования биогаза начал итальянский естествоиспытатель Аллесандро Вольта, который среди прочего занимался также исследованиями электрического тока и в честь фамилии которого названо единицу измерения электрического напряжения «Вольт». Вольта удалось уловить в 1770 г. болотный газ в отложениях озер на севере Италии, после чего он занялся проведением опытов по сжиганию этого газа. Английский физик Фарадей экспериментировал также с болотным газом и идентифицировал его как углеводород. Только в 1821 г. исследователю Авогадро удалось установить химическую формулу метана (СН4). Известный французский бактериолог Пастер в 1884 г. проводил испытания с биогазом, который он выделял из твердого навоза. Он впервые предложил использовать навоз с парижских конюшен для производства газа на освещение улиц.

Очень мощный импульс развитию технологии задал процесс открытия анаэробного гниения, после того как в конце 19 века было сделано открытие, что таким образом можно очищать сточные воды. В 1897 г. в больнице для больных проказой г. Бомбей / Индия построили первую установку, газ которой использовали для освещения, а в 1907 г. для питания двигателя на производство электроэнергии.

В Германии инженер с очистных сооружений Имхофф с 1906 г. на территории региона Рур начал систематическое строительство анаэробных, двухъярусных установок по очистке сточных вод, получивших название «эмшерский колодец». (Название Эмшер вначале имела река, образованная вследствие мелиоративных работ на эмшерских копальнях, но потом во время интенсивного индустриального развития превратилась в сточный канал, обслуживающий большую часть региона.) На сегодняшний день каждое очистное сооружение имеет анаэробные этапы, выработанный канализационный газ от которых используется для отопления ферментаторов или на выработку тепла и электричества.

До начала Второй мировой войны использование канализационных газов получило быстрое распространение. Были разработаны плавающие колоколоподобные газгольдеры, мощные мешалки и системы отопления для ускорения процесса гнитья. Продажа очистного газа для предприятий имела большой спрос. В этот период существенного распространения приобрели эксперименты по очистке газа от воды, двуокиси углевода и сероводорода с целью его расфасовки в железные баллоны и использования как топлива для транспортных средств.

Перед Второй мировой войной и на протяжении войны в Германии в связи с возросшим спросом на «газовое топливо» пытались увеличить производство канализационного газа путем добавления твердых органических отходов, то есть применяли метод, называемый сегодня коферментацией. В 1940 г. в г. Штутгарт впервые успешно удалось подмешать отсепарированный жир.

По инициативе Имхоффа в г. Халле проводились эксперименты с отходами лакричного корня, каныгой, лигнином, отходами растений и зерна. Было установлено, что лигнин производит 19 л газа с килограмма сухой массы, канига давала 158 л/кг, а лакричный корень даже 365 л/кг, для последнего, однако период брожения составлял 45 дней. Очень подробные опыты с коферментации проводил д-р. Франц Попель во время войны в Амельсфоорт / Нидерланды. Уже тогда добавляли органические остатки домашнего хозяйства для экспериментов.

Очень хороший исторический обзор развития технологий по производству биогаза приводит Шнелль в своем труде «Биогаз, шанс, который долго упускали».

**3. Кому выгодно строить биогазовую установку?**

Фермеры, строящие биогазовые установки, как правило, преследуют этим самым единую цель: производство энергии. Кроме того преимущества можно получить и от других позитивных факторов. Для каждого предприятия перечисленные преимущества могут иметь свое значение, поэтому можно спорить о приоритетности при составлении таких таблиц. Уменьшение неприятного запаха при достаточном разложении субстрата является существенным аргументом для фермеров, чьи площади расположены в густозаселенных регионах. Иногда строительство биогазовой установки вообще становится началом увеличения размеров фермы (увеличение количества поголовья скота). Иногда неприятные запахи сами по себе являются причиной демонстраций против строительства биогазовых установок.

С экологической точки зрения, большой интерес для эко-предприятий предоставляет возможность путем брожения переработать азот на подходящее для хранения вещество. Аргументом в пользу строительства биогазовой установки может быть также создание рабочего места для будущего владельца хозяйства. Для фермы напр. Может быть важной возможность выведения своих сточных вод в биогазовую установку вместо подключения дорогой канализации. В разделе 10 подробнее изложено влияние на окружающую среду вследствие производства биогаза. Принципиально при строительстве биогазовой установки стоит учесть такие аспекты:

. С помощью биогазовой установки нельзя оздоровить предприятие, переживающее кризис. Биогазовые установки, однако, могут помочь поддержать эффективным предприятиям оставаться такими же эффективными.

. Инвестиция в биогазовую установку связана с долгосрочным капиталовложением. Поэтому строительство установки должно быть хорошо рассчитано с учетом перспективы!

. В связи с возрастанием количества биогазовых установок, в некоторых регионах возникает нехватка посадочных площадей для выращивания субстрата, что в свою очередь увеличивает цену аренды земли. Для владельцев установок, непосредственно зависящим от аренды либо покупки сырья это значит большой риск. Поэтому важно провести расчеты по долгосрочному доступу к сырьевой базе.

. Рентабельность установок, несмотря на высокое вознаграждение за выработанную энергию все равно легко потерять. Поскольку покупка электроэнергии является гарантированной, кроме затрат на сырье и цены за аренду, решающее значение может иметь и использование тепла. Поэтому стоит разрабатывать концепции с высокой эффективностью использования тепловой энергии.

. Метановые бактерии требуют к себе такого самого внимания как животные в хлевах. Это значит, что успешная эксплуатация биогазовой установки требует специальных знаний. Именно поэтому стоит уделять внимание образованию и повышению квалификации обслуживающего персонала, созданию у него соответствующей заинтересованности.

. Эксплуатация невозможна без надзора и проведения профилактических работ. Кто не готов, в зависимости от типа и размера установки ежедневно минимум 1 час тратить на установку, тому лучше не браться за это дело.

. При вывозе навоза после установки на поля существует опасность потери аммиака. Поэтому стоит использовать специальную технику с подачей на грунт через шланги.

С учетом этих обстоятельств биогазовая установка может быть интересной и целесообразной при следующих условиях:

· Законодательно урегулированная в рамках ЕС оплата электрического тока с биогаза и цены на электроэнергию, которая на сегодняшний день понижается: то есть это выгодно тогда, когда собственная цена за электричество является выше чем цена для продажи; в дальнейшем невыгодным становится преодоление или сглаживание «пиковых периодов» потребления, которые, однако, можно перекрывать с помощью биогазовых установок.

· Необходимо иметь навоз минимум от 100 голов КРС.

· Большая часть самостоятельно выполненных работ при строительстве помогает снизить потери и может существенно улучшить рентабельность и предоставит необходимые для будущего знания, которые пригодятся для устранения неполадок.

· Для установок, работающих лишь на возобновляемых ресурсах полезно иметь большие собственные площади для выращивания энергетических растений с целью избегания рисков, связанных с ценой аренды земли. Установка, работающая преимущественно на приобретаемом сырье либо на арендованной земле, может минимизировать эти риски путем заключения долгосрочных договоров про поставку и аренду.

· Если есть возможность дешево и на протяжении длительного времени получать соответствующие продовольственные отходы (сравн. Раздел 9), то это может значительно повлиять на рентабельность установки и сэкономить на покупке удобрений. Рентабельность установки не должна пребывать в зависимости от поступления субстратов или, по крайней мере, должна быть гарантирована долгосрочными контрактами.

· Коммуны и фирмы, имеющие проблемы с утилизацией жидких органических отходов, могут их решить с помощью биогазовой техники.

· Если есть потребность в установке резервуаров для навоза, то их с успехом можно использовать для производства биогаза.

· Фермеры, имеющие проблемы с эмиссией неприятных запахов при хранении и вывозе гноя на поля, могут иметь большую выгоду от биогазовой установки.

· Площади сельскохозяйственного применения на территориях проведения водозабора могут легче защититься от попадания нитратов в грунтовые воды.

· Фермеры, работающие в секторе экологического сельского хозяйства, безотходного хозяйства, длительного использования сельскохозяйственных ресурсов, защиты окружающей среды - получат в свое распоряжение наилучший инструмент для этого.

**Цели использования биогазовой технологии:**

· Производство высококалорийной энергии

· Производство высококачественных удобрений

· Уменьшение интенсивности запахов

· Уменьшение агрессивного разъедающего действия

· Улучшение показателей текучести

· Уменьшение загрязнения воздуха аммиаком и метаном

· Предотвращение потери питательных веществ

· Уменьшение вымывания нитратов

· Лучшая приспособляемость к потреблению растениями

· Улучшение здоровья растений

· Гигиенизация гноя

· Уменьшение способности к прорастанию у семян сорняков

· Переработка органических отходов

· Экономия на затратах подключения к канализации

**4. Время брожения**

Гидравлическое время брожения - это время, которое субстрат теоретически пребывает в ферментаторе. Для ферментаторов с полным смешиванием оно является рассчитываемой средней величиной. Для ферментатора, в котором продвижение субстрата происходит как движение единой пробки (тромба), теоретическое время более точно соответствует фактическому времени брожения, поскольку исходят из того, что большая часть внесенного субстрата проталкивается через весь ферментатор как одна пробка. Поэтому одни и те же субстраты требуют в системе полного смешивания более длительного времени брожения чем в системах горизонтального протекания.

Время брожения субстрата в ферментаторе рассчитывается исходя из разлагаемости субстрата. Легко разлагаемые требуют более короткого времени нежели тяжело поддающиеся разложению субстраты.

В качестве единицы измерения для минимального времени разложения в ферментаторе служит время генерации соответствующего вида бактерий. Потому что если время для брожения будет выбрано настолько коротким, что они не успеют удвоить своей бактериальной массы, то соответственно теряется и нетто масса бактерий в ферментаторе и падает газообразование. Вот некоторые группы бактерий для удвоения своей бактериальной массы требуют до 10 дней, то есть этот промежуток времени и является нижней границей необходимого времени для брожения.

Верхняя граница времени для брожения определяется техническим и экономическим видением. Настает такой момент, когда количества вырабатываемого газа так мало, что увеличение объема ферментатора будет дороже чем добытый газ.

*Время брожения* субстрата в ферментаторе вместе с температурой брожения имеет большое влияние на степень разложения, выход газа и добычу газа. Краткое время брожения приводит к сильному *фугасному действию* (в соотношении на м3 бродильной камеры), поскольку в первую очередь разлагаются легко поддающиеся субстраты. Но если посмотреть на все количество подаваемого органического субстрата, то короткое время брожения связано с плохим *выходом газа* (в отношении к кг oрган.СВ) и с незначительной степенью разложения. При длительном времени разложения, наоборот увеличиваются добыча газа и степень разложения, а фугасное действие на м3 ферментатора уменьшается. Влияние времени брожения на добычу газа, в отношении на количество органической сухой субстанции. Из него четко видно, что существует большая разница между субстратами, происходящими от разных животных. Птичий помет в термофильном режиме уже при 30 днях брожения считается значительно «потерявшим свои газообразующие свойства», в то время, как жидкий навоз скота и свиней для этого требуют около 40 дней, а твердый навоз - 50 дней. Далее по изменению кривой видно, что больше всего газа образуется на начальном этапе брожения, в то время, как на конечном этапе лишь небольшое количество. На практике отказываются от самых последних стадий с незначительным процентом добычи газа.

Похожая зависимость при брожении энергетических растений и других органических остатков.

Время брожения рассчитывается путем деления объема бродильной камеры на ежедневно подаваемое количество субстрата.

Среднее время брожения с 1985 г. возросло с 35 до 51 дня. Эти данные получены после внедрения федеративной программы по измерению длительности брожения на биогазовых установках, хотя в 2004 г. показатели были еще выше. Согласно этим исследованиям 55% установок работают в среднем с периодом брожения от 60 до 120 дней.

Конечно-же с экономической точки зрения целесообразно, рассчитывать время брожения и связанный с этим размер ферментатора как можно точнее, поскольку это напрямую связано с затратами на строительство. И все-таки время брожения надо выбирать так, чтобы,

• загрузка ферментатора не превышала 4 кг oрган.СВ/м3-день,

• изменения в составе и количестве субстрата оставались в определенных пределах и

• чтобы для установки оставался потенциал для расширения.

Поэтому при расчете размеров ферментатора надо учитывать дополнительных 20% размера резервуара.

Для субстратов, которые быстро разлагаются и склонны к переокислению, а также для субстратов с высоким содержанием азота и способных вызвать аммиачную задержку в развитии бактерий, необходимо учитывать более длительное время брожения.

Для субстрата в виде жидкого навоза предварительно действуют такие сроки брожения:

• 20 - 25°C процессуальная температура, 60 - 80 дней брожения

• 30 - 35°C процессуальная температура, 30 - 50 дней брожения

• 45 - 55°C процессуальная температура, 15 - 25 дней брожения.

Для энергетических растений время брожения в ферментаторе должно составлять как минимум 42 дня. Субстраты, происходящие из отходов переработки агропромышленности, как правило имеют более короткий период брожения от 20 до 35 дней.

В лабораториях газоанализа в основном через 4 -6 недель, в зависимости от вида субстрата, заканчивают исследование по скорости газообразования, поскольку количество образованного газа после этого минимально. Если к этому периоду добавить еще запасных 2 недели, так как в лаборатории всегда удается создать лучшие рамочные условия чем на практике, то минимальный срок 50 дней для сельскохозяйственной практики вполне реалистичен.

**5. Состав и качество биогаза**

Поскольку только метан поставляет энергию из биогаза, целесообразно, для описания качества газа, выхода газа и количества газа все относить к метану, с его нормируемыми показателями. Объем газов зависит от температуры и давления. Высокие температуры приводят к растяжению газа и к уменьшаемому вместе с объемом уровню калорийности и наоборот. Кроме того при возрастании влажности калорийность газа также снижается. Чтобы выход газа можно было сравнить между собой, необходимо их соотносить с нормальным состоянием (температура 0°C, атмосферное давление 1,01325 bar, относительная влажность газа 0%). В целом данные о производстве газа выражают в литрах (л) или м3 метана на кг органического сухого вещества (оСВ), это намного точнее и красноречивее нежели данные в м3 биогаза в м3 свежего субстрата.

Если не указано ничего иного, то данные для расчетов указанные в этой книге приводятся именно в таком измерении. В прошлом не всегда обращали внимание на эту взаимосвязь, что привело к малой пригодности старых даных о производстве газа, в них попросту отсутствуют данные о температуре, атмосферном давлении, содержании метана, содержании сухого вещества и органического сухого вещества.

Даже в лабораторных условиях при исследовании одинаковых субстратов получаются разные результаты по производству газа. Причина этого кроется в разных методах, с помощью которых проводились такие измерения в лаборатории. Одни делали измерения для свежегосубстрата, другие для сухого, одни с силосованным материалом, другие с несилосованным, в резервуарах от 0,5 литров до 10 литров и т.д. В зависимости от рамочных условий результаты отличались между собой. На сегодняшний день актуален вопрос о приведении к нормам используемых методов измерения.

Разные методы и возможности для замеров и расчетов выхода газа подробно описаны в труде «*Выход газа в сельскохозяйственных биогазовых установках»*.

Именно из-за большой разницы в методах измерения при определении характерных параметров, таких как выход газа, уже на стадии планирования важно проверить действительность числовых величин и следить за тем, чтобы в основу закладывались реалистические показатели, которые бы соответствовали необходимым рамочным условиям.

*Качество* *биогаза* определяется в первую очередь содержанием метана либо соотношением горючего метана (CH4) к «бесполезной» двуокиси углерода (C02). Двуокись углерода разбавляет биогаз и вызывает потери при его хранении. Поэтому важно стремиться к высокому содержанию метана и как можно низкому содержанию двуокиси углерода.

Достигаемое обычно содержание метана колеблется между 50 и 75%. Как правило содержание C02 измеряют с помощью прибора «Brigon» и после вычета небольшого количества остальных газов (2 - 8%) вычисляют содержание CH4.

Содержание метана в биогазе в первую очередь определяется следующими критериями:

• *Ведение процесса:* в то время как в одноступенчатых биогазовых установка весь процесс анаэробного разложения происходит в одном ферментаторе, одним этапом, и таким образом весь газ выделяется как смесь газов, в двуступенчатых установках, выработанный на 1.этапе газ, состоит в большой степени из двуокиси увлерода и других энергетически малоценных газов, выводящихся в окружающую среду. Вырабатываемый на втором этапе газ имеет высокий процент содержания метана, который может составлять и более 80%.

• *Состав питательных веществ субстрата.* Количество и качество произведенного биогаза зависит от количества внесенных веществ и их состава. Протеины и жиры имеют более высокое содержание метана. Для богатых на углеводы субстратов, как например кукуруза можно рассчитывать на содержание метана в среднем 53%.

• *Температура субстрата:* на практике оказалось, что при высокой температуре ферментатора выход метана более плохой, чем при низких температурах. Это происходит через различия в растворимости и образованием газовидной двуокиси углеводорода. Чем большее количество C02 перейдет в газовидную форму, тем меньшей будет процентная доля CH4 в биогазе.

После метана и двуокиси углерода, *сероводород* (H2S) является важнейшей составляющей газа. Сероводород очень агрессивен и вызывает коррозию, что в первую очередь вызывает проблемы с арматурой, газовыми счетчиками, горелками и двигателями. Поэтому необходимо очищать биогаз от серы. Очищенный от серы биогаз почти не имеет запаха.

Кроме того в биогазе содержатся следы *аммиака*, элементарного *азота, водорода и кислорода* общим содержанием от 6 до 8%. Сероводород и аммиак можно леко замерять с помощью трубки Дрегера. Такие трубки можно использовать многоразово.

Газ, только что поступивший из биогазовой установки насыщен водным паром. Возможно, что пар содержит также следы еще малоисследованых растворенных веществ, способных вызывать проблемы при сжигании биогаза в котлах и двигателях. Например на биогазовой установке в Рипперсхаузене непонятным образом образовывались пушистые хлопья, которые создавали в сжигательной камере котла толстые наслоения. Потребовалось длительное время, чтобы установить, что эта «белая сажа» является оксидом кремния, возникающим вследствие коферментации силиконосодержащих косметических мазей как результат сложных химических реакций (образование силанов). Сушка биогаза конденсацию является поэтому очень важным шагом по обогащению газа. С помощью конденсированной воды сепарируют также большое количество содержащегося в биогазе аммиака, вызывающего в противном случае большие повреждения двигателя, особенно на подшипниках из цветных металлов.

**6. Субстраты**

биогаз субстрат брожение химический

О пригодности субстрата для брожения нельзя судить лишь по одному выходу биогаза. Наоборот, необходимо принимать во внимание целый ряд дополнительных факторов.

Если например использовать биоотходы, то строительство и эксплуатация установки должны согласовываться с правилами работы с отходами. Это значит, что необходимо соблюдать особые условия, напр. Например, разделение на чистые и нечистые половины (поставка и вывоз). Такие особые правила имеют влияние не только на составление документации, но и на затраты и рентабельность установки, и должны быть поэтому своевременно хорошо продуманы.

Похожие правила действуют для субстратов как то сепарированный жир или отходы продуктов питания. Они хоть и дают большой выход метана, но вызывают частично очень высокие требования связанные с разрешениями от государства и техническими потерями, поскольку все они попадают по классификации под требования к побочным продуктам (ЕС Nr. 1774/2002).

Субстраты с высоким содержанием воды, к каковым относятся барда достаточно неэффективно занимают ферментаторы, требуют места для хранения и приносят по сравнению с количеством вносимого материала небольшое количество газа.

Субстраты с большой плотностью энергосодержащих веществ, тоесть с большим содержанием сухого вещества (напр. (остатки зерна) являются наиболее эффективными как с точки зрения хранения, так и занемаемого места в ферментаторе, но быстро вызывают биологические нарушения в процессе и поэтому не могут быть использованы в больших количествах.

Быстроразлагаемые субстраты - сахарная свекла, отходы продуктов питания и др., приводят к стремительному переокислению ферментатора, поэтому мало подходят для брожения в чистом виде. Поэтому стоит их использовать в смеси с другими субстратами.

Необходимо также учесть их способность к хранению, консервированию и затраты на хранение и подачу таких субстратов. Например свеклу длительное время можно хранить в подкисленном состоянии, если хотите сохранить ее высокое качество. Такие требования в свою очередь тоже требуют больших капиталовложений в технические средства. Хранение силосной кукурузы наоборот с технической точки зрения очень простое, но требует больших площадей.

Также следует следить за чистотой субстратов. Кормовая и сахарная свекла заносят в ферментатор прикрепившиеся к ним землю и камни, так что для них необходимо предусматривать очистку от выпадающих осадков.

В субстратах, происходящих от агропромышленности и сопутствующих перерабатывающих предприятий, могут содержаться вредные вещества. При использовании таких материалов необходимо проводить соответствующие (регулярные) исследования с целью обеспечения надежности процесса.

Для возобновляемого сыръя, кроме выхода газа, важную роль играет также экономически оправданное его выращивание; это включяет в себя факторы как производимость посевных площадей под культуры, урожайность и содержание питательных веществ, уровень производительности, затраты на подготовку (урожай и его транспортировка), а также цена аренды посевных площадей.

Длительная доступность субстратов требует планирования. Если будут использоваться косубстраты, то гарантией их поставок должны яляться как можно более длительные контракты на поставки. Установки, слишком зависящие от арендованных земель, более подвержены риску, нежели установки, работающие преимущественно на сыръе со своих полей. По этой причине необходимо заключать как можно более долгосрочные контракты аренды.

Не в последнюю очередь бонусная система Закона ЕС о возобновляемых источниках энергии, влияет на выбор субстратов. Все субстраты, которые специально не производятся для биогазовых установок, теряют бонус для возобновляемых источников энергии в размере 6 центов/кВт/час. Если провести оценку допущенных к использованию в сельскохозяйственных биоазовых установках субстратов, то выгодные с экономической, правовой и биологической точки зрения, то наиболее подходящими окажутся группы промышленно производимых удобрений и возобновляемых энергоресурсов.

Резюмируя, при выборе субстрата необходимо учитывать такие аспекты:

• Влияние на получение разрешения и законодательные требования к строительству и эксплуатации

• Влияние на технику и эксплуатационные затраты

• Хранение и консервирование

• Производительность площадей, затраты на производство и хранение

• Загрузка пространства бродильной камеры и эффективность

• Биологические факторы, влияющие на процесс

• Плата за произведенную электроэнергию

• Доступность субстрата

**7. Использование биогаза**

В первую очередь необходимо стремиться использовать содержащуюся в биогазе энергию настолько эффективно, насколько это возможно, а особенно его способность производить высокие температуры и энергию. Для превращения в тепло с низкой температурой, применять биогаз неэффективно, поскольку его можно получать и от коллектора солнечных батарей или от тепла работы двигателя.

**Сжигание**

Использование исключительно с целью термоэффекта при помощи горелки Бунзена или паяльной горелки, то есть, наприрмер, приготовление пищи на биогазе или применение для инфракрасного излучателя в отделении для выращивания молодняка сельскохозяйственных животных в нашей стране едва практикуется - несмотря на полное сгорание с небольшим выбросом вредных веществ. Приготовление пищи на биогазе получило распространение преимущественно в развивающихся странах (Китай, Индия, Непал и т.д.), в первую очередь из-за возрастающего сокращения горючей древесины. При использовании для инфракрасных излучателей колебания в качестве газа приводили к постоянным угасаниям пламени и к техническим проблемам по причине коррозии вызванной сероводородом.

**Отопление биогазом**

При отоплении биогазом различают отопительные котлы с атмосферными горелками небольшой мощности от 10 до 30 кВт, а также паяльные горелки для большей мощности. Отопительные котлы рассчитаны на работу одного накопителя, дающего тепло для дома, ферментатора, промышленного водоснабжения и по возможности для сушки соломы и зерна. Дешевой альтернативой котлу является перколятор (газовая колонка), работающий на одной атмосферной горелке и применяемый в первую очередь для обогрева промышленного водоснабжения. Производительность пребывает в пределах 5-30 кВт. Для всех обогревательных устройств обязательно устанавливать предохранители (предохранитель от возгорания, контроля пламени), которые бы предотвращали вытекание несожженного биогаза.

Для применяемых сегодня преимущественно пленочных газгольдеров небольшого давления хоть и достаточно для работы самовсасывающих двигателей, но его недостаточно для котлов и перколяторов. В таких случаях требуется с регулятором давления. Для этого преимущественно используют кольцевые компрессоры с боковым каналом, которые работают тихо и с малым зносом. Будь то насос с боковым каналом, центрифужный, ротационно-поршневой, винтовой или жидкостно-кольцевой, их применение будет зависеть от количества газа и его качества, а также от необходимой разницы в давлении. Согласно техническим нормам для защиты от взрывов, компрессоры для уплотнения газа должны либо газонепроницаемы или находиться в

**Охлаждение при помощи биогаза**

Тепло требуется в первую очередь в зимний период. Чтобы использовать избыток тепла также в летнее время, предлагаем использовать генераторы, вырабатывающие электроэнергию-тепло-холод. В них тепловая энергия в так называемых адсорбирующих установках трансформируется в холод и может потом применяться с целью охлаждения в больших ни установках. К сожалению только их коэффициент действия очень мал. Такая форма использования почти не распространена.

**Подача в сети общего пользования**

Подача биогаза в сети общественного пользования открывает для производства биогаза новые перспективы. Это бы позволило использовать газ там, где он фактически нужен. Таким образом можно уменьшить большие потери из-за отсутствия использования избытка тепла двигателя и существенно улучшить общие показатели эффективности производства энергии. Директива ЕС создала правовые условия для открытости газотранспортных сетей общественного пользования для поступления в них биогаза и газа из биомассы (2001 г.). Однако как и в случае с электроэнергией, существуют препятствия на национальном уровне, касающиеся транспортировки и потребления биогаза.

Первый шаг по очистке газа включает первичное фильтрование, после этого следует очистка от серы в одельном устройстве, а третий шаг (если удаление углекислого газа происходит сухим способом) будет включать обезвоживание и в конце-концов очистку от углекислого газа. Для очистки от углекислого газа или обогащения метана в биогазе можно применить следующие методы:

· Промывание

· Метод PSA (Pressure Swing Adsorption)

· Метод разделения мембраной

· Разжижжение газа

Метод промывания под давлением базируется на разнице в растворимости углекислого газа и метана в воде. Углекислый газ под давлением всегда больше растворяется чем метан и тем самым может быть отсепарирован. Это так называемое мокрое промывание газа является на сегодняшний день наиболее распространенным методом по очистке биогаза в Европе. Лишь в Швеции около 80% биогаза очищают при помощи этой технологии.

При использовании метода переменного давления речь идет о «адсорбировании» или так называемом «сухом методе» отделения углекислого газа. Биогаз при помощи компрессора (около 8-10 бар) прессуют в адсорбирующий резервуар. В нем углекислый газ остается на активированном угле или сите (молекулярные сита на основе углерода) и таким образом отделяется.

Еще одним вариантом является сепарация отдельных составляющих газа при помощи мембраны (метод разделения мембраной). Разная пропускная способность маткриала мембраны позволяет сепарировать как углекислый газ и диоксид серы вместе, но также и выборочно отдельно.

Если применять разжижжение газа, этот метод еще называется сепарация биогаза при низких температурах, то используют разницу в температурах кипения для разных компонентов газа, чтобы разделить их как при дестилляции. Преимуществом разжижжения газа является высокая степень очистки обогащенного газа. Этот метод был впервые испытан на биогазовой установке в Анкламе.

Дополнительно для подачи в общественную систему газопроводов, в зависимости от каждого отдельного метода очистки, применяют также другие технические средства:

· Подводящая линия для биогаза к линии газопровода общественного пользования

· Компрессорная установка

· Выверенный газомер

· Выверенный прибор измерения качества

· По возможности смесители газа, позволяющие напр. Подмешивать высококалорийных газов (пропана, бутана)

Рентабельность очистки газа до качества природного газа оправдывает себя лишь при большом расходе топлива. Считается, что система очистки оправдывает себя для установок, производящих газа от 250 мі/час. До настоящего времени собрано еще мало практического опыта. В Австрии первая установка подает газ с 2005 г. очищенный газ в общественные газовые сети.

Если биогаз подавать в общественную систему газопроводов, то хоть и отпадает потребность в дорогостоящем генераторе, но в то же время требуется другое оборудование (либо рассчитанный на тепловые потребности генератор) для обеспечения процесса теплом.

**Биогаз как топливо**

Для использования в качестве топлива биогаз также следует очищать до уровня качества природного газа, поскольку его будут сжигать в двигателях, рассчитанных на природный газ. Некоторые транспортные средства, которые выборочно могут работать на биогазе, но также на бензине. В настоящее время среди производителей автомобилей лишь компания «Опель» выпускает автомобили, рассчитанные на 100% на биогаз. Биогаз как топливо не облагается налогами. В Германии есть лишь несколько примеров его использования. В Вюстхофе, недалеко от Зольтау с 2004 г. продают очищенный биогаз под маркой sungas®.

Начало строительства первой заправочной станции для заправки биогазом в г. Ямельн, Вендланд было положено весной 2005 г. Благодаря бонусу за инновативность (2 цента/кВт\*ч ел.) на очистку биогаза до уровня качества природного газа количество примеров постепенно увеличивается.

Очень распространено использование биогаза в качестве топлива в Швеции. Там почти половина продаваемых ими средств работают на биогазе, общей мощностью около 90 МВт. Согласно статистике в Швеции около 1500 автомобилей ездят на биогазе. 50 газозаправочных станций предоставляют свои услуги, а летом 2005 г.был даже запущен азван азва, работающий на биогазе по маршруту Лынкьопынг - Вестервик. Уже с 1995 г. в Швейцарии проводились исследования на тему очистки биогаза с целью его использования в качестве топлива. Соответствующая техника уже применяется на практике.

Компания «Kompogas» была одной из первых, которой удалось довести до уровня качества топлива установок, работающих на биоотходах и заправляла им свои грузовые автомобили. В Цюрихе этот газ продают на заправках «Kompogas» (нем. «Компогаз»). Также в пределах Большого Цюриха компания «Мигрос» эксплуатирует 8 грузовых автомобилей, работающих на биогазе.

**Список используемой литературы**

биогаз субстрат брожение химический

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0% 91% D0% B8% D0% BE % D0% B3% D0% B0% D0% B7

. http://metantenk.ru/biogas.htm

. http://biogas-energy.ru/