

Обычная биогазовая установка производит больше электроэнергии, чем ей нужно, следовательно, излишки можно продавать. Например, большая молочная ферма на 4 тыс. коров может производить 12 МВт электроэнергии в сутки, в то время, как на собственные потребности ей нужно всего 6-7 МВт. Остаток можно реализовать. Соответственно, владелец фирмы становится не только энергонезависимым, но и получать доход. Если при строительстве животноводческого хозяйства не смонтировать биогазовую установку, то придется тянуть линии электропередач, прокладывать газопровод, строить лагуны. Все это можно интегрировать в одну установку.

Сама биогазовая система потребляет около 10-15% от производимой энергии в холодное время и 3-7% — в теплое. Тепло, получаемое от установки, хватит на обогрев теплиц, коровника или свинофермы, на текущие нужды: получения пара, сушки соломы, семян, дров.

Биогазовые установки позволяют существенно сократить расходы хозяйства за счет очистки и утилизации отходов. Нет необходимости в строительстве навозных отстойников. Можно сэкономить средства, избежать штрафов за загрязнение грунтовых вод и эффективно использовать освободившиеся земельные участки.

В России в последнее время начали реализовываться локальные программы биогазового развития, в большей части по инициативе частных лиц. В 2009 году в Москве на Курьяновской станции аэрации запущена ТЭС, аналогичную станцию построят на Люберецких очистных сооружениях. Отдельные предприятия предлагают на рынок небольшие биоустановки, рассчитанные на 10-15 голов крупного рогатого скота. Только на одной частной инициативе далеко не продвинемся и ситуация в целом не изменится без государственной поддержки и финансирования. Обладая огромным потенциалом для производства 90 млрд куб.м биогаза в год из 250 млн тонн сельскохозяйственных отходов и 50 млн тонн бытового мусора, правительство не сформировало до сих пор целенаправленной политики по биотопливу вообще и по биогазу в частности на уровне современной науки и технологий, а также опыта западных стран.

Литература.

1. [http://www.journal.esco.co.ua/2012\\_12/art126.htm](http://www.journal.esco.co.ua/2012_12/art126.htm)
2. <http://agroforum.su/viewtopic.php?f=50&t=100&sid=ec20bf8523f1da4c05babc22320ae481>
3. [http://dsx.avo.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=75&Itemid=76](http://dsx.avo.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=76)
4. <http://www.dunmers.com/?p=180>

### **МОТОРНОЕ ТОПЛИВО ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

*В.Н. Бакуменко, студент группы 10Б30, К.О. Козицкий, студент группы 10Б20*

*Научный руководитель: Еремеев А.В.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Одна корова в год дает 600 литров бензина! Это научный факт. Конечно, речь идет, собственно, не о бензине, а о его энергетическом эквиваленте. Биогаз как перспективный источник альтернативного моторного топлива

О промышленном использовании на автотранспорте альтернативных моторных топлив из местных сырьевых ресурсов раньше в России никто серьезно не задумывался. Страна, обладающая крупнейшими в мире запасами нефти и газа, могла себе это позволить. В странах же, не имеющих естественных природных богатств, уже с середины 1980-х были поставлены на учет и запущены в производство все потенциальные местные источники альтернативных моторных топлив. К числу их относятся: биогаз, образующийся при анаэробном сбраживании органических отходов; этанол - продукт спиртового брожения разнообразных сахаро- и крахмалосодержащих субстратов или гидролизной целлюлозы; биодизельное топливо, получаемое из маслосодержащих культур - рапса, сои, кактусов; а также искусственная сырая нефть, производство которой основано на пиролизе осадков сточных вод и других отходов.

Хотя потенциальных источников для производства моторных топлив из местного сырья достаточно много, на практике круг их сужается вследствие географических, климатических, экономических и других факторов. Пищевые культуры как потенциальное сырье в России исключаются из баланса, поскольку являются не менее дефицитными. Технические сельскохозяйственные культуры в

России, в отличие от экваториальных стран, - сезонное сырье. Их выращивание требует больших земельных площадей. Например, для производства в США 3,8 млрд. литров этанола нужно собрать урожай технических культур за год с 2 млн. га.

В России практически отсутствует сырьевая база для получения этанола и биодизельного топлива (наиболее эффективными продуцентами для них являются представители тропической и субтропической флоры), а также технологическая и производственная база для широкого применения процесса пиролиза отходов. Поэтому их рынок в России ограничен.

Серьезный практический интерес для России представляет только такое альтернативное моторное топливо из местного сырья, как биогаз.

Биогаз - смесь метана и углекислого газа, - продукт метанового брожения органических веществ растительного и животного происхождения. Метановое брожение - результат природного биопроцесса анаэробных бактерий - протекает при температурах от 10 до 55 °С в трех диапазонах: 10...25 °С - психрофильное; 25...40 °С - мезофильное; 52...55 °С - термофильное. Влажность составляет от 8 до 99 %, оптимальная - 92...93 %. Содержание метана в биогазе варьируется в зависимости от химического состава сырья и может составлять 50-90 %.

Наиболее эффективным для анаэробного сбраживания осадков является метантенк. Он представляет собой металлический или железобетонный резервуар, в котором осуществляется только сбраживание осадка с подогревом и перемешиванием. Подогрев осуществляется с помощью паровых эжекторов, теплообменников, а перемешивание - механическими мешалками, инжектированием паром.

#### **Основные сырьевые источники**

##### ***Городские источники***

Канализационные (аэрационные) газы - это продукт брожения сточных вод городской канализации, представляющий собой разновидность биогаза, имеющего в своем составе 60-65 % метана (CH<sub>4</sub>), 30-35 % диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) и 2-4 % водорода (H<sub>2</sub>). Как показывает практика, выход канализационных газов со станции переработки, питаемой канализационной сетью, обслуживающей населенный пункт с численностью жителей 100 тыс. человек, достигает в сутки более 2500 м<sup>3</sup>, что эквивалентно 2000 л. бензина.

Учитывая, что население крупных городов России, как правило, превышает 500 тыс. человек, канализационные газы становятся реальным источником альтернативного топлива. Так, автотранспортное хозяйство г. Санкт-Петербурга ежедневно может получать до 100 тыс. м<sup>3</sup> аэрационного газа, что позволяет перевести значительную часть городского автотранспорта на альтернативный вид моторного топлива, экономя тем самым более 80 тыс. литров нефтепродуктов в сутки.

Осадки сточных вод очистных станций городской канализации

В зависимости от химического состава осадков при сбраживании выделяется от 5 до 15 м<sup>3</sup> газа на 1 м<sup>3</sup> осадка сточных вод.

По данным Всесоюзного научно-исследовательского, конструкторского и проектно-технологического института органических удобрений и торфа на очистных станциях России и стран СНГ накопление жидких осадков сточных вод составляет 170 млн. м<sup>3</sup>/год. При анаэробном сбраживании может быть получено 1,5 млрд. м<sup>3</sup> биогаза в год (1,2 млн. т. условного топлива).

##### ***Твердые бытовые отходы***

Для производства биогаза из ТБО измельченные отходы в метантенке перемешивают с канализационным осадком из отстойников очистных сооружений. Температура массы повышается до 65-70 °С. Процесс анаэробного сбраживания идет в течение 1-2 месяцев. По данным зарубежных специалистов, из 1 м<sup>3</sup> ТБО выделяется до 1,5 м<sup>3</sup> газов. В своем составе газы имеют до 50 % метана, 25 % двуоксида углерода, до 2 % водорода и азота. Эта технология достаточно широко используется за рубежом - в США, Германии, Японии, Швеции. Общее количество биогаза, полученного из ТБО, эквивалентно энергии в 37\*10<sup>15</sup> Дж.

##### ***Сельское хозяйство***

Концентрация примесей сточных вод на животноводческих фермах достигает 30000 - 60000 мг/л. Количество сухих осадков составляет не менее 20 млн. т в год. Сброженные осадки и навоз после ферментации, как правило, являются обезвреженными и могут быть использованы как удобрения. Подсчеты показывают, что в сельских местах производство биогаза может считаться рентабельным при наличии 20 коров, 200 свиней или 3500 кур.

### ***Птицеводство***

Для определения выхода биогаза можно принимать, что в одном типовом птичнике содержится 25 тыс. кур, дающих в день до 5 т помета, из которого выходит 5000 м<sup>3</sup> биогаза.

### ***Животноводство***

Из 1 т сухого навоза в результате анаэробного сбраживания при оптимальных условиях можно получить 340 м<sup>3</sup> биогаза, или 2,5 м<sup>3</sup> на одну голову крупного рогатого скота в сутки (900 м<sup>3</sup>). Парадокс: одна корова в год, кроме молока, дает еще более 600 л... бензина (в энергетическом эквиваленте). Во время сбраживания в навозе развивается микрофлора, которая последовательно разрушает органические вещества до кислот, а последние под действием синтрофных и метанообразующих бактерий превращаются в газообразные продукты - метан и углекислоту. Одновременно при сбраживании навоза обеспечивается его дезодорация, дегельминтизация, уничтожение способности семян сорных растений к всхожести и перевод удобрительных веществ в минеральную форму. При этом необходимо отметить, что технология получения биогаза путем анаэробного сбраживания в метантенках является наиболее экономичным способом переработки органических отходов птицеводческих и животноводческих предприятий в сухое удобрение.

Для пересчета количества биогаза с птицеводческого комплекса на животноводческий можно пользоваться следующими условными единицами: 1 корова = 4 свињи = 250 кур.

Сжиженный биометан - новое дешевое топливо из местного сырья

Однако создание двигателей автотранспортных средств, работающих на газе с низкой теплотой сгорания, как у биогаза, представляет определенные трудности. Поэтому целесообразнее использовать не биогаз, а получаемый из него биометан. Для этого из биогаза удаляют СО<sub>2</sub> и другие примеси. Получаемый газ имеет однородный состав (биометан), содержащий 90-97 % СН<sub>4</sub> с теплотой сгорания 35-40 МДж/м<sup>3</sup>.

Очистка биогаза от двуокиси углерода может производиться различными способами. Наиболее распространенные: промывка газов через жидкие поглотители (например, воду), вымораживание, адсорбция при низких температурах.

Биометан, как и другие газовые топлива, имеет низкую объемную концентрацию энергии. При нормальных условиях теплота сгорания 1 л. биометана составляет 33 - 36 кДж, в то время как теплота сгорания 1 л бензина составляет 31400 кДж, т.е. в 1000 раз больше, чем у биометана. Поэтому биометан может применяться в автомобилях как моторное топливо либо в сжатом (сжатом), либо в криогенном (сжиженном) состоянии.

О применении сжатого биометана в качестве моторного топлива для автомобилей известно давно. Осенью 1946 года при испытательном пробеге 18 газобаллонных автомобилей по маршруту Берлин-Киев-Москва 5 автомобилей работали на биометане, полученном путем частичной очистки канализационного биогаза от СО<sub>2</sub> и компримированием до 20 МПа. Впоследствии в ЧССР, США и ряде других стран были проведены испытания автомобилей, переоборудованных для работы на сжатом канализационном биометане.

Исследования по использованию сжатого биометана, получаемого из птичьего помета, проводились и в СССР. Для испытаний был создан экспериментальный газобаллонный автомобиль «Москвич-2140». В результате установлено, что при работе на сжатом биометане можно получить такие же показатели, как и на природном газе. Приемистость и максимальная скорость автомобиля сохранялись на прежнем уровне. Было установлено повышение экономичности газового автомобиля по сравнению с бензиновым при малых скоростях движения.

Биометан имеет более высокую детонационную стойкость, что позволяет снижать концентрацию вредных веществ в отработанных газах и уменьшать количество отложений в двигателе. Ввиду отсутствия жидкой фазы масляная пленка с цилиндров двигателя не смывается, износ деталей цилиндропоршневой группы уменьшается в два раза. Выброс токсических составляющих сокращается в 3-8 раз. Компанией «Volvo» реализуется проект перевода городских автобусов г. Гетеборга на биогаз (свалочный газ). Подтверждено, что при переводе автотранспорта на биогаз суммарные «парниковые» эмиссии сократились на 90 %.

Основным сдерживающим фактором широкого применения сжатого биометана в качестве моторного топлива, как и компримированного природного газа, является транспортировка толстостенных баллонов, составляющих до 96 % веса топливной системы. На 100 км пути для 3-тонной автомашины потребуются более 30 м<sup>3</sup> газа. При давлении 20 МПа в баллон емкостью 50 л вмещается до

10 м<sup>3</sup> газа, следовательно, для суточного пробега необходимо иметь не менее восьми таких баллонов (вес около 700 кг).

Уменьшить объем газа почти в 600 раз позволяет его сжижение. Но до последнего времени не существовало экономически целесообразной технологии сжижения газообразного биометана, поэтому в двигателях внутреннего сгорания он ранее не применялся.

Можно выделить два основных направления решения этой проблемы. Одно - создание централизованных производств на основе биогенераторных заводов и крупных сжижительных комплексов. Другое - создание небольших производств на основе биогенераторных и криогенных установок. Первое направление, в силу тяжелого финансового состояния экономики России в ближайшем будущем вряд ли применимо.

В короткие сроки производство СБМ в России может быть налажено только в рамках региональных программ или локальных проектов, основанных на использовании канализационного газа, отходов животноводства и птицеводства. Использование сжиженного биометана, в первую очередь, для собственного автотранспорта животноводческих и птицеводческих предприятий, фермерских хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов, а также общественного и грузового городского транспорта может дать существенный экономический эффект.

Стирлинг-технология производства СБМ

Только появление сравнительно дешевого способа производства сжиженного биометана может сделать этот вид топлива конкурентоспособным на отечественном рынке моторных топлив. В этом отношении наиболее перспективна новая технология производства СБМ на основе использования криогенных газовых машин (КГМ), работающих по циклу Стирлинга. Криогенные газовые машины Стирлинга отечественных и зарубежных фирм являются криогенераторами, основанными на принципе только внешнего охлаждения, и предназначены для сжижения газов, температура конденсации которых не ниже 70 К (-200 °С). В России производится несколько модификаций КГМ Стирлинга с производительностью от 14 до 80 л/ч СБМ. За рубежом фирмами «Филипс» и «Веркспоор» освоено серийное производство более мощных КГМ Стирлинга с производительностью по СБМ более 700 л/ч.

На основе КГМ Стирлинга могут быть созданы малогабаритные комплексы по производству СБМ непосредственно в автохозяйстве любого предприятия, имеющего возможность получения биогаза. В качестве комплектующих предполагается использовать только серийно производимое отечественной промышленностью оборудование. Криогенные машины Стирлинга выпускаются ОАО «Машиностроительный завод «АРСЕНАЛ» и НПО «Гелиймаш», а соответствующие для них биогенераторные установки «КОБОС-1» (для крупного рогатого скота) и «БИОГАЗ-301С» (для свиноводческой фермы в 3000 свиней) Шумихинским машиностроительным заводом. Малогабаритный комплекс СБМ на основе данного оборудования позволяет получать до 700 литров сжиженного биометана в сутки (заправка 6 автомашин типа «ЗИЛ-130» или 15 легковых). Производительность комплекса может быть увеличена за счет дополнительных модулей. В качестве биогенераторных установок могут быть использованы более мощные установки других производителей - например, Опытного завода ВНИИГАЗ. Биогенераторная установка этого предприятия производительностью по биогазу 1000 м<sup>3</sup>/сутки из куриного помета в настоящее время эксплуатируется на Октябрьской птицефабрике Глебовского птицеводческого объединения.

Стоимость СБМ будет находиться в пределах 2 рублей за литр.

Стоит также отметить, что газобаллонное оборудование автомобиля, работающего на сжиженном биометане, полностью соответствует оборудованию автомобиля, работающем на сжиженном природном газе.

Литература.

1. <http://agroforum.su/viewtopic.php?f=50&t=100&sid=ec20bf8523f1da4c05babc22320ae481>
2. [http://dsx.avo.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=75&Itemid=76](http://dsx.avo.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=76)
3. <http://www.dunmers.com/?p=180>
4. <http://www.sgs.ru/ru-ru/Agriculture-Food/Alternative-Fuels.aspx>