**Коровокиловатты**

Дженнифер Бого

Для фермеров, которым отнюдь не легко сводить концы с концами, внимательный взгляд под ноги может указать вполне доступный и надежный путь к выживанию

Красавица голштинской породы № 2699 робко выглядывает из-за плеча Шона Сейлора. Остальные 39 коров выстроились в стойлах из нержавеющей стали в доильном отделении молочной фермы Хиллкрест Сейлор. "Они у нас привередливые, - говорит Шон, фермер-молочник в четвертом поколении. - Здесь все должно быть в полном порядке". № 2699 одаривает нас долгим прощальным взглядом, задирает хвост и извергает плотную струю жидкой бурой энергии - той самой, которая вскоре пойдет на обслуживание этой же фермы.

Людям трудно увидеть в навозе от 600 коров - а это 60 т ежедневно -хоть какую-то материальную ценность. По крайней мере соседям Сейлора в Роквуде, штат Пенсильвания, этого точно не понять. Еще два года назад весь этот навоз откачивали в отстойник на краю усадьбы, а оттуда весной и осенью развозили по полям.

Точно так же не всякий, глядя 200-литровую бочку отработанного кулинарного масла из-под жарочного автомата, увидит в нем почти готовое дизельное топливо. Между тем некоторые водители давно уже катаются на биодизеле, собирая отработанное масло по окрестным закусочным и преобразуя его в топливо для машин, мотоциклов и тракторов.

35-летний Сейлор - человек одновременно и творческий, и практичный. Инструмент Leatherman на поясе, закатанные рукава поношенной рабочей рубахи, добродушная улыбка на лице. "Вот здесь у меня система утилизации", - говорит Сейлор, запуская помпу. Вода (конечно, не питьевая, а уже однажды использованная для других работ) потоками льется по полу, смывает навоз, и он бурым ручьем течет по хлеву в приемный бак перед анаэробным реактором-метантанком.

Опираясь на здравый смысл, инженерную смекалку и подручную технику, Сейлор смог превратить обузу и проклятье своей профессии в огромное преимущество. В этом биореакторе 30 000 т навоза и канализационных стоков ежегодно превращается в электричество, подстилку для скота, удобрение и топливо для обогрева. Экономятся приличные деньги, а заодно атмосфера избавляется от лишних выбросов метана и окиси азота – тех нежелательных добавок, которые влияют на “парниковый эффект”.

**Основной инстинкт**

Сама по себе идея использовать бактерии для получения энергии, в общем-то, не нова. Первые метантанки для переработки отходов скотоводства строились в США еще в 1970-х. Однако капиталовложения для этого требовались весьма приличные, а потом, когда цены на энергию упали, мало кто из фермеров ухватился за эту технологию. Теперь, с государственной кампанией дерегулирования в электроэнергетике, ситуация изменилась. Таких фермеров, как Сейлор, становится все больше и больше – тех, кто не отказывается от государственных грантов, а заодно и от растущего рынка частных кредитов под проекты, связанные с возобновляемыми источниками энергии. Департамент по охране окружающей среды штата Пенсильвания выделил Сейлору грант в $600 000, а компания Native Energy, занимающаяся торговлей квотами на выбросы парниковых газов, выразила готовность купить у Сейлора авансом квоты на ”сэкономленные” с помощью реактора выбросы за следующие 20 лет. Правда, Сейлор не поленился объездить несколько ферм в северо-восточных штатах, и ни одна из трех самых популярных моделей биореакторов его не удовлетворила.

“Кое-что в каждой модели мне понравились, но не нашлось ни одной компании, которая строила бы именно то, что мне надо”, – рассказывает фермер. Поэтому он решил объединить все достоинства серийных агрегатов в новой конструкции, которая бы лучше всего соответствовала потребностям его фермы. Заодно удалось сэкономить $200 000, выполнив собственноручно все земляные и строительные работы, сделав всю слесарку, электрику и программирование.

Строительство заняло 2,5 года.

Биореактор-метантанк представляет собой бетонную цистерну диаметром 21 и глубиной 5 м. Она накрыта бетонной крышкой, поверх которой насыпана земля (со стороны и не подумаешь, что под лужайкой что-то есть). Однако приемную емкость реактора не спутаешь ни с чем. Она стоит внутри отдельной постройки, и над ней красуется желоб, загруженный коровьим навозом. 60-тонный бак с густым бульоном из канализации и этот желоб пахнут так, что приходится невольно задерживать дыхание.

Чтобы увеличить энергоемкость навоза, Сейлор каждую неделю подмешивает в этот коктейль высокоэнергетическую добавку – отходы с местной фабрики картофельных чипсов.

МАЛАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Небольшие автономные электростанции в основном предназначены для электрификации объектов в труднодоступных районах (типа буровых), куда невозможно протянуть линии электропередач. Однако в связи со значительным подорожанием электроэнергии это стало выгодно и во вполне цивилизованных местах

ВЫРАБАТЫВАЮТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ, КАК ПРАВИЛО, С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕРАТОРОВ, вращаемых газовыми турбинами (ГТУ) или двигателями внутреннего сгорания (ДВС), в частности – газопоршневыми (ГПД). Если речь идет о станциях мощностью свыше 10 МВт, то целесообразней использовать турбины. При меньшей мощности можно использовать как турбины, так и ГПД: все зависит от загруженности станции (КПД турбины сильно падает при ее загрузке менее 70% от номинальной, ГПД спокойно работает без потери мощности в диапазоне нагрузок от 50 до 100%), количества пусков (ГПД можно запускать и останавливать неограниченное число раз, в то время как частые запуски турбины сильно уменьшают ее моторесурс), времени до принятия нагрузки (запуск турбины до выхода на номинальную мощность может занимать до 25 минут, ГПД – около 3 минут).

”ГАЗОВОЕ ТОПЛИВО ДЛЯ ГПД МОЖЕТ БЫТЬ ЛЮБЫМ: природный и попутный газ, шахтный метан и биогазы, получаемые в метантанках путем анаэробного сбраживания, а также синтетические и пиролизные газы, имеющие низкую теплотворную способность и высокое содержание водорода, – говорит Олег Назаренко, руководитель российского направления газовых двигателей для малой энергетики компании GE Jenbacher. – Нужно лишь заранее знать состав газа и произвести необходимые настройки двигателя (коэффициент сжатия, расход воздуха, фазы газораспределения) в зависимости от метанового числа (антидетонационной способности) и теплотворной способности газа”.

МАЛАЯ ЭНЕРГЕТИКА ПОЛУЧИЛА ШИРОКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ С НАЧАЛА 1970-Х В ЕВРОПЕ – в Германии, Бельгии, Голландии. “Многие иностранные компании, построившие заводы в России, строят собственные автономные мини-ТЭЦ, предпочитая быть независимыми от локальных электросетей. Это и надежнее, и дешевле: как правило, себестоимость электроэнергии, получаемой с помощью газопоршневых установок, в 3–4 раза меньше, чем отпускная цена на нее у местных энергетиков, – поясняет Олег Назаренко. – К тому же они обеспечивают свои производства не только электроэнергией, но и теплом, используя температуру выхлопных газов по принципу когенерации. Иногда на тракте выхлопных газов устанавливают паровой котел, обеспечивающий производство паром. В некоторых случаях к теплу добавляют еще и холод, получаемый с помощью адсорбционных холодильников, – такой метод утилизации энергии сгорания газа называется тригенерацией. В Голландии существуют блочные мини-ТЭЦ, работающие в режиме кватрогенерации: к энергии, теплу и холоду добавляется еще и углекислый газ, который извлекают из выхлопных труб и подают в теплицы для выращивания цветов, овощей и фруктов”.

Из приемного бака раствор поступает в реактор, где начинает свое 16-дневное путешествие вокруг разделительной стенки. За это время анаэробные бактерии разлагают органические вещества и производят биогаз, на 65% состоящий из метана. "По сути, реактор действует как коровий желудок, - говорит Сейлор, - огромный и отлично работающий желудок". Газ, который накапливается в 30-сантиметровом просвете под бетонной крышкой реактора, перекачивают в соседнюю постройку. Там его закачивают на хранение в обрезиненный баллон-ресивер диаметром 12 м. Отсюда он идет на питание перестроенного под газ двигателя Caterpillar, а тот крутит 130-киловаттный генератор.

Ресивер компенсирует флуктуации при выработке газа. При отсутствии промежуточного резервуара генератор может работать с неполной загрузкой, а иногда избыточный газ придется просто выпускать в атмосферу. Сейлор выбрал газохранилище объемом около 500 м3, оно дает резерв на день-два работы генератора.

Замкнутый цикл

В прошлом году эта система выдала 1,2 млн киловатт-часов электроэнергии - этого хватило, чтобы полностью обеспечить и ферму, и несколько близлежащих домов, включая отопительные нужды и обеспечение горячей водой. Было сэкономлено $60 ООО. "Энергии хватает на все и даже чуть-чуть остается, - говорит Сейлор. - Излишки - а это в прошлом году были 100 000 кВт-ч - я продал местной электрической компании по цене 2,3 цента за 1 кВт>ч". В этом году Сейлор собирается установить второй 130-киловаттный генератор. Всю полученную в результате электроэнергию фермер планирует закачивать в локальную сеть.

Университет штата Техас в городе Остин недавно опубликовал расчеты, из которых следует, что 1 млрд тонн навоза, ежегодно образующийся в США, может стать источником 88 млрд киловатт-часов электроэнергии (это 2,4% ежегодного потребления в масштабах всей страны). Кроме того, такая утилизация навоза должна предотвратить выброс в атмосферу 99 млн тонн парниковых газов.

И это еще не все преимущества подобной утилизации. Двигатель на ферме у Сейлора не только вращает генератор, но и вырабатывает тепло для обогрева доильного помещения, получения горячей воды и поддержания температуры реактора в 40°С.

В результате процесса разложения органики в реакторе образуется жидкая взвесь, которая поступает на шнековый сепаратор. Твердая фракция - мягкий на ощупь порошок с землистым запахом - пойдет в коровник на подстилку. Он служит отличной заменой опилок и к тому же более безопасен, поскольку содержит меньше болезнетворных микробов, чем обычные отходы с пилорамы. В реакторе микробы преобразуют большую часть летучих жирных кислот в не имеющий запаха метан, так что полученная в результате процесса жидкость практически нейтральна. Ее откачивают в пруд-отстойник, а потом развозят по полям в качестве удобрения. Содержащийся в жидкости азот в составе солей аммония усваивается растениями легче, чем азот органического происхождения из непереработанного навоза.

"В таком деле нельзя закрывать глаза на малейшие возможности оптимизировать весь процесс, - говорит Сейлор. - Жизнь фермера - это от начала до конца серьезная азартная игра с большими ставками. Конечно, сейчас за молоко неплохо платят, но зато стоимость многих нужных нам товаров взлетела до небес. Одни только удобрения подорожали на 300%. Зарабатывай какие угодно деньги, и все они будут утекать между пальцев".

"В пересчете на год нам приходится покупать уйму горючего, так что стоит подумать о биодизеле. Можно, например, выращивать рапс и самим отжимать из него масло. И тогда, - рассуждает Сейлор вслух, - коровы будут перерабатывать рапсовый жмых в навоз, навоз пойдет в реактор, а реактор будет давать энергию для поддержания всего этого круговорота". И хотя на фермах, делающих собственный биодизель, возникает проблема с утилизацией такого побочного продукта, как глицерин, Сейлора это не смущает, поскольку глицерин тоже можно сливать в реактор. Или скармливать коровам - он для них все равно что конфеты. А на выходе получится тот же газ.

СИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ

Шон Сейлор, фермер-молочник в четвертом поколении, человек и творческий, и практичный. В его без отходном хозяйстве просчитано все до мелочей

АНАЭРОБНЫЙ РЕАКТОР-МЕТАНТАНК Десятки тонн навоза и канализационных стоков расщепляются по мере прохождения по подковообразной трубе вокруг разделительной стенки биореактора Сна фото - в стадии строительства}. Круглая форма была избрана из соображений прочности и герметичности.

РЕСИВЕР Этот пузырь содержит восьмичасовой запас биогаза, и Сейлор может отключить генератор и работать исключительно на нем.

**Список литературы**

Популярная механика № 3 (77)март 2009