

– по результатам анализа прослеживаются существенно более высокие значения (в 1,5 раза) массовой доли $N_{общ}$, $P_{общ}$, $K_{общ}$, NH_4^+-N в жидких свиных стоках и сброженном субстрате (второй ферментер) в сравнении с этими же показателями в сепарированном навозе;

– содержание $N_{общ}$ в сброженном субстрате составляет 5,7%, $P_{общ}$ – 4,2%, K – 2,2%;

– сравнительный анализ субстратов до и после сбраживания свидетельствует об увеличении массовой доли NH_4^+-N в 1,7 раза, что составляет 4400 мг/100 г а.с.м.;

– снижение соотношения $C:N$ в сброженном субстрате в 2 раза (с 12,6 до 6) и уменьшение OCB в 2–3 раза свидетельствуют о высокой степени его биоконверсии (в среднем 46,5%).

16.07.10.

Литература

1. Бацунов, И.Н. Уборка и утилизация навоза на свиноводческих комплексах / И.Н. Бацунов, И.Н. Лукьянов. – М.: Агропромиздат, 1977. – 160 с.

2. Мониторинг работы в природно-климатических условиях Республики Беларусь импортных биогазовых энергетических комплексов: отчет о НИР (заключительный), № госрег. 20082490, зад. 5.18 ГНТП «Агропромкомплекс – возрождение и развитие села» / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; рук. темы Н.Ф. Капустин. – Минск, 2008. – 156 с.

3. Пузанков, А.Г. Обеззараживание стоков животноводческих комплексов / А.Г. Пузанков, Г.А. Мхитарян, И.Д. Гришаев. – М.: Агропромиздат, 1986. – 75 с.

4. Дубровский, В.С. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов / В.С. Дубровский, У.Э. Виестур. – Рига: Зинатне, 1988. – 203 с.

УДК 63:(620.95:504.064.34)

Н.Ф. Капустин, Ю.А. Сунцова,

О.А. Дытман

(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»),

г. Минск, Республика Беларусь)

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ОЧИСТКИ БИОГАЗА

Введение

В основе биогазовых технологий лежат сложные природные процессы биологического разложения органических веществ в анаэробных (без доступа воздуха) условиях под воздействием особой группы анаэробных бактерий. Образующийся при ферментации органических отходов биогаз содержит до 55–70% метана, 28–43% CO_2 и до 2% сероводорода и примеси других сернистых соединений (меркаптаны, органические сульфиды и пр.) Для использования биогаза в технологических процессах необходимо максимально повысить содержание в нем метана и исключить примесные газы, особенно сероводород, который при взаимодействии с водой образует кислоту, вызывающую коррозию металла, что выводит оборудование из строя. Это является серьезным ограничением использования биогаза в двигателях внутреннего сгорания.

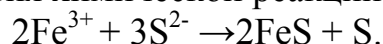
Для устранения этого негативного явления необходима специальная тех-

нология очистки биогаза, позволяющая повысить концентрацию метана в биотопливе. Ведь при широком внедрении биогазовой техники в Республике Беларусь, которое, несомненно, будет происходить в ближайшее время, необходимо ориентироваться на новейшие достижения в области очистки биогаза от примесей и повышения его теплотворной способности.

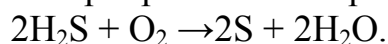
Биогаз и методы его очистки от сероводорода

Существуют различные технологии очистки биотоплива от сероводорода. Среди них различают методы очистки биогаза внутри ферментеров биогазовых установок. К ним относятся:

1. Химический метод, который заключается в добавлении хлорида железа в сбрасываемое сырье. Адсорбция сероводорода в биогазе оксидом железа происходит в результате действия химической реакции:



2. Микробиологический метод, который основан на биологическом аэробном окислении сероводорода до элементарной серы группой специальных микроорганизмов при взаимодействии с воздухом (до 5% объема биогаза). При этом в присутствии микроорганизмов протекает следующая реакция:



В обоих случаях в результате окисления сероводорода образуется элементарная сера, которая попадает в ферментационную жидкость и оседает на дне ферментера, а биогаз очищается от сероводорода.

Недостатками этих способов очистки являются довольно высокий расход химических реагентов и образование вторичных отходов, подлежащих дополнительной утилизации. К тому же подача в ферментер кислорода более 2% объема биогаза замедляет процесс брожения метановых бактерий.

За рубежом широкое распространение получила очистка биогаза в специальных фильтрах:

1. Метод сухой очистки биогаза. В качестве абсорбера применяется металлическая «губка», состоящая из смеси окиси железа и деревянной стружки. С помощью такой «губки» из биогаза можно извлечь серу. Для регенерации «губки» ее необходимо подержать некоторое время на воздухе. Недостатком данного метода является дороговизна эксплуатации фильтра [1].

2. Метод автономного биологического обессеривания биогаза. При добавлении ограниченного количества воздуха специальные бактерии превращают сероводород в элементарную серу. Питательными веществами и микроэлементами бактерии обеспечивает прогнивший субстрат. Недостатком данного метода является обязательное наличие в конструкции биогазовой установки сепаратора для разделения жидкой и твердой фракций сброженного субстрата [2].

3. Метод удаления сернистых соединений из биохимического газа. Газ вводят в промывную жидкость. Содержащийся в биохимическом газе сероводород растворяется в промывной жидкости. Десульфурованный биохимический газ улавливают для дальнейшего применения. Обогащенную сероводородом жидкость непрерывно выводят из первой зоны во вторую и там аэрируют

кислородсодержащим газом. Растворенный в промывной жидкости сероводород под действием растворенного в воде кислорода и элементарной серы окисляется. Недостатком этого метода являются длительность процесса очистки и громоздкость конструкции [3].

Результаты исследований

В настоящее время на действующих импортных биогазовых энергетических комплексах (БГЭЖ), расположенных на территории Республики Беларусь, содержание сероводорода не превышает 1%. Для его устранения применяют химический и микробиологический способы очистки.

Учитывая все недостатки вышеприведенных методов очистки биогаза, предлагается автономный процесс обессеривания в виде отдельной конструкции (десульфуризатор). В принципе действия данного устройства заложены удаление H_2S , а также частичное устранение CO_2 (рисунок 44).

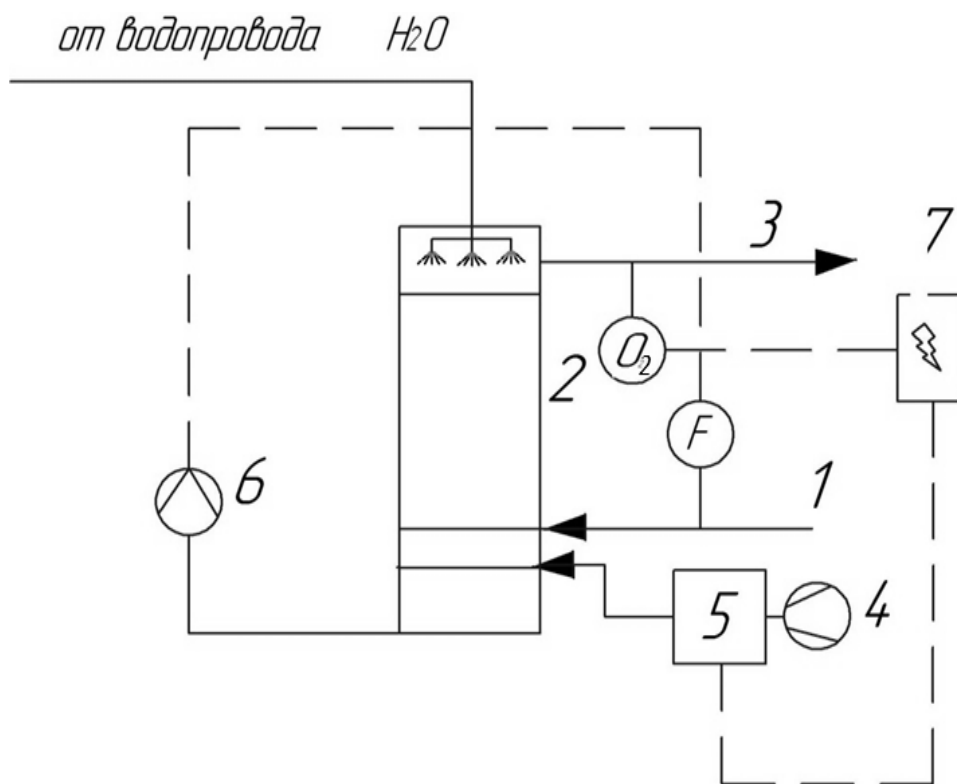


Рисунок 44 – Структурно-технологическая схема работы десульфуризатора

Биогаз 1 подается в очистную колонну 2 с насадкой, состоящей из множества пластиковых трубок, предназначенных для ускорения процесса удаления сернистых соединений из биогаза. Подача воздуха 4 осуществляется со стороны входа газа и регулируется в соответствии с его расходом 5. Вода подается из водопровода в противоположном направлении подачи газа и распыляется над пластиковыми элементами насадки. Очищенный газ 3 поступает на когенерационный блок 7, а использованная вода возвращается при помощи водяного насоса 6 обратно в ферментер F.

Таким образом, в очистной колонне происходит удаление H_2S и частично CO_2 , благодаря их большей растворимости в воде по сравнению с метаном. К тому же при прохождении биогаза по газопроводу под землей при более низких температурах происходит конденсация влаги.

На рисунке 45 изображена зависимость растворения сероводорода в воде от температуры растворителя [4].

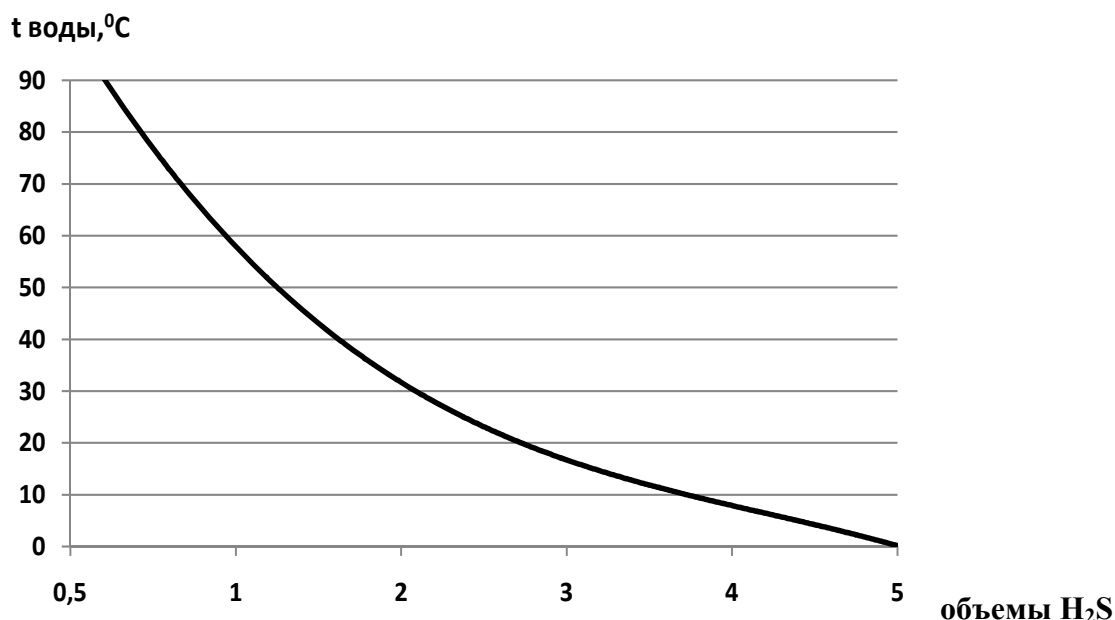
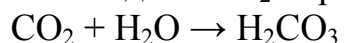


Рисунок 45 – Растворимость сероводорода (объемы на 1 объем воды)

В результате взаимодействия сероводорода и воды образуется сероводородная вода, которая при стоянии на воздухе постепенно мутнеет из-за выделения серы в результате окислительно-восстановительной реакции:



В результате взаимодействия воды и CO_2 образуется угольная кислота:



На основании представленного материала можно сделать следующие выводы.

1. Преимуществом десульфуризатора является низкая себестоимость очистки газа, благодаря использованию воды в качестве основного компонента очистки биогаза.

2. Присутствие в десульфуризаторе развитой поверхности в виде насадки, состоящей из множества пластиковых трубок, ускоряет процесс очистки биогаза от сернистых соединений.

3. Десульфуризатор уменьшает содержание в биогазе CO_2 , что повышает его качество как топлива.

4. Минимальная стоимость материалов, простота эксплуатации устройства делают этот метод надежным средством защиты двигателей внутреннего сгорания от коррозии, вызванной продолжительным воздействием сероводорода, содержащегося в биогазе.

Заключение

Представленная информация по методам очистки биогаза от сероводо-рода и повышения качества газа не является исчерпывающей. Мы лишь использовали некоторые новые подходы к решению этой задачи и разработали структурно-технологическую схему работы десульфуризатора, весьма перспективную для применения в технологии очистки биогаза. Эффективность очистки биогаза от сероводорода этим способом составляет 85–99%. Простая по технологии разработки и экономичная система очистки в виде отдельной конструкции без использования химических реагентов и образования вторичных отходов представляет собой благоприятное в экономическом отношении и высокоэффективное решение проблемы очистки биогаза от сероводорода. При этом он обогащается метаном и повышается его теплотворная способность, а также увеличивается срок службы когенерационного блока биогазовой установки.

14.07.10.

Литература

1. Применение биотоплива. Двигатели, работающие на биогазе // Биотехнологии [Электронный ресурс]. – Минск, 2008. – Режим доступа: <http://bio-energetics.ru>. – Дата доступа: 03.04.2010.
2. Компоненты установки: биологическое обессеривание // ААТ Акваэкология [Электронный ресурс]. – Минск, 2010. – Режим доступа: <http://aquaecology.by>. – Дата доступа: 10.04.2010.
3. Способ удаления сернистых соединений из биохимического газа: пат. DE 102004055162 A1, CO2F 11/04 / Fuchs Leonhard, Fuchs Martin; Vertreter: Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col., 50667 Köln; заявл. 16.11.2004; опубл. 08.06.2006 // Bundesrepublik Deutschland Deutsches Patent-und Markenamt. – 2006. – С. 8.
4. Один, И.Н. Сероводород / И.Н. Один // Химик: энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xumuk.ru>. – Дата доступа: 17.06.2010.

УДК 662.81.053.346:664.76.01

**А.И. Пунько, С.В. Гаврилович,
Д.И. Романчук**
(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛИНИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО ТОПЛИВА ИЗ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Введение

Одними из приоритетных в настоящее время являются научные исследования, направленные на решение проблем с повторным использованием отходов различных производств. Дополнительным импульсом к усилению работы по ресурсосбережению служит постоянный рост цен на энергоресурсы. Так как республика импортирует топливо, важность энергосбережения нельзя отрицать.

Основными документами в сфере энергосбережения и энергоэффективности являются Директива Президента республики № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» и Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь. Главная задача, по-