



УДК 631.3

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА ИЗ ОТХОДОВ И СЫРЬЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Крайнов Ю.Е., аспирант*

Вандышева М.С., инженер

Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, г. Зерноград (Российская Федерация)

Тел.: (83166)-415-50

Аннотация - рассматривается использование эффекта кавитации для подготовки субстрата – материала для получения биогаза из отходов и сырья сельскохозяйственного производства во вновь разработанной биогазовой установке, в которой применён также вновь созданный гидродинамический теплогенератор-деструктор.

Ключевые слова - технология, биогазовая установка, субстрат, отходы, гидродинамический теплогенератор-деструктор, эффект кавитации.

Постановка проблемы. При наличии трудностей с традиционными видами топлива (уголь, нефтепродукты и т. п.), если у вас есть навоз КРС или свиней, птичий помет, пивоваренная дробина, сыворотка, барда, отходы бойни с мясокомбинатов, пищевые остатки и биомусор из коммунальных служб - то вы обладатель ценного сырья для биогазовой установки.

Биогазовая установка – это элемент современного, безотходного производства во многих областях сельского хозяйства и пищевой промышленности.

Основа любой биогазовой установки – биореактор. К его конструкции предъявляются достаточно жесткие требования. Так, корпус должен быть прочным при абсолютной герметичности стенок. Обязательны хорошая теплоизоляция стенок и их способность надежно противостоять коррозии. При этом должна быть предусмотрена возможность загрузки и опорожнения реактора, а также доступ к его внутреннему пространству для обслуживания.

© Крайнов Ю.Е., аспирант; Вандышева М.С., инженер

* Научный руководитель: Оболенский Н.В., д.т.н., профессор

Анализ последних исследований. В 80-е годы разрабатывалось около 60 разновидностей биогазовых технологий. [1]. Для их реализации имеются проекты индивидуальных установок, рассчитанные на небольшие фермерские хозяйства, а также проекты промышленных установок. На рис. 1 показана предложенная авторами конструкционно-технологическая схема установки для выработки

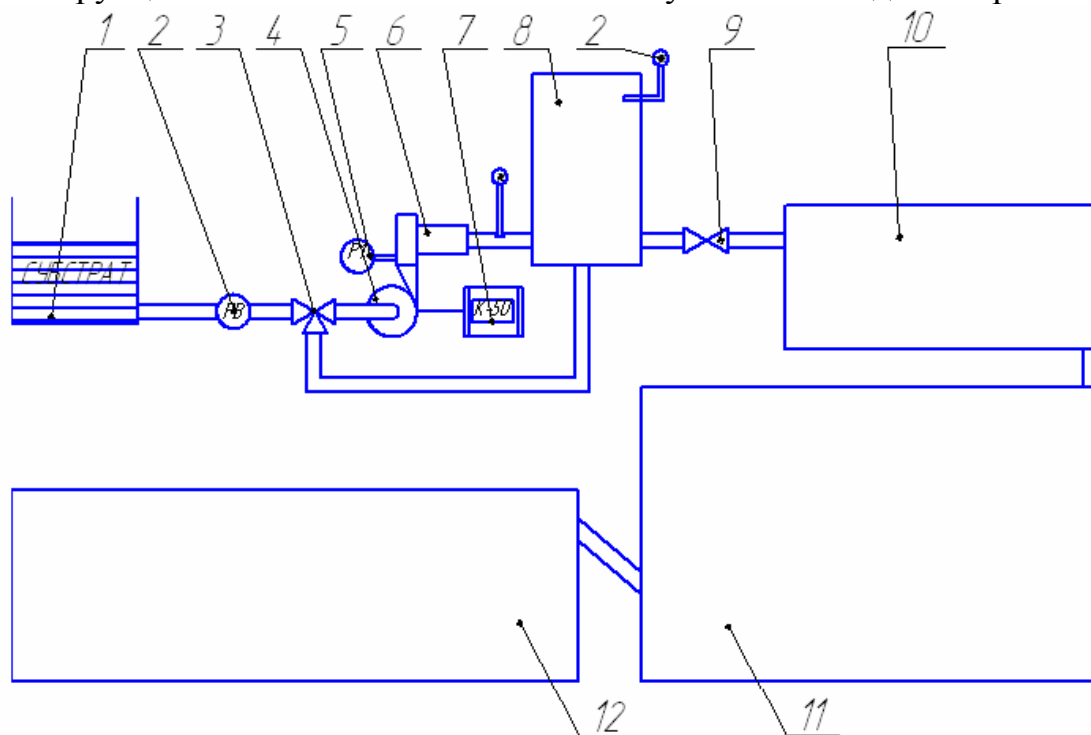


Рис. 1. Конструкционно-технологическая схема установки для выработки биогаза.

Установка содержит (рис. 1): 1 – бункер загрузочный; 2 – расходомер; 3 – трехходовой кран; 4 – центробежный насос; 5 – манометр; 6 – теплогенератор-деструктор; 7 – комплект измерительный К-50; 8 – резервуар; 9 – вентиль; 10 – подготовительный реактор; 11 – метантенк; 12 – емкость для выгрузки.

Формулирование целей статьи. Изучить возможность использования теплогенератора-деструктора в технологической схеме производства биогаза.

Основная часть. Биогаз является продуктом обмена веществ бактерий, образующимся вследствие разложения ими органического субстрата.

Биомасса (отходы или зеленая масса) подается в загрузочный бункер, где происходит её перемешивание. От качества приготовления субстрата зависит не только эффективность, но и возможность работы биогазовой установки. Технология подготовки биомассы сво-

дится к измельчению отходов для качественного улучшения её структуры и повышения однородности. Измельчение биомассы улучшает структуру и однородность исходного сырья.

Для нормального протекания брожения необходима слабощелочная реакция среды ($pH = 6,7 \dots 7,6$). Расщепление органики на отдельные составляющие и превращение в метан может проходить лишь во влажной среде, поскольку бактерии могут перерабатывать вещества только в растворенном виде. В этой связи брожение твердых субстратов должно происходить с добавлением воды.

Из загрузочного бункера измельченная биомасса насосом прокачивается через теплогенератор-деструктор в резервуар, из которого самотеком доставляется в биореактор, где посредством шнека происходит равномерное перемешивание массы, а также ее перемещение в метантенк.

Биореактор является газонепроницаемым, полностью герметичным резервуаром, теплоизолированным слоем утеплителя. Внутри биореактора поддерживается фиксированная температура, необходимая для жизнедеятельности микроорганизмов. Подогрев биореактора осуществляется теплой водой. Система подогрева - это сеть трубок, находящихся на внутренней стенке поверхности биореактора, в котором происходит образование газа из субстратов[2].

Кроме газа на выходе из биореактора получают ещё и биоудобрения (компостированный и жидкий субстрат).

Для эффективной работы установки, производящей биогаз, кроме строго анаэробной среды, необходимо соблюдать ряд требований. Основным из которых является подготовка продукта к брожению. С этой целью разработан гидродинамический теплогенератор-деструктор биомассы[3], рис.2.

Теплогенератор-деструктор содержит крышку 1, улитку 2 (показан набор сменных улиток), вихревую цилиндрическую камеру 3, представляющую собой трубу с обеих торцов оснащённую фланцами 4, резонатор 5, выходной патрубком с фланцем - 6.

Специально спроектированный теплогенератор-деструктор позволяет создавать в его полости эффект кавитации, разрушительная сила которой используется для придания исходному сырью однородной и гомогенной консистенции.

Под воздействием направленной и управляемой кавитации в биологическом сырье рвутся сложные связи волокон органических веществ на молекулярном уровне. Как следствие этого процесса, дисперсность биологического сырья значительно увеличивается, и его частицы уменьшаются в размерах. Таким образом, штаммам бактерий,

участвующих в процессе образования биогаза, создаются более благоприятные условия для разложения биогенных материалов благодаря разрушению неоднородности их структуры и, соответственно, увеличению площади покрытия бактериями биологического сырья.

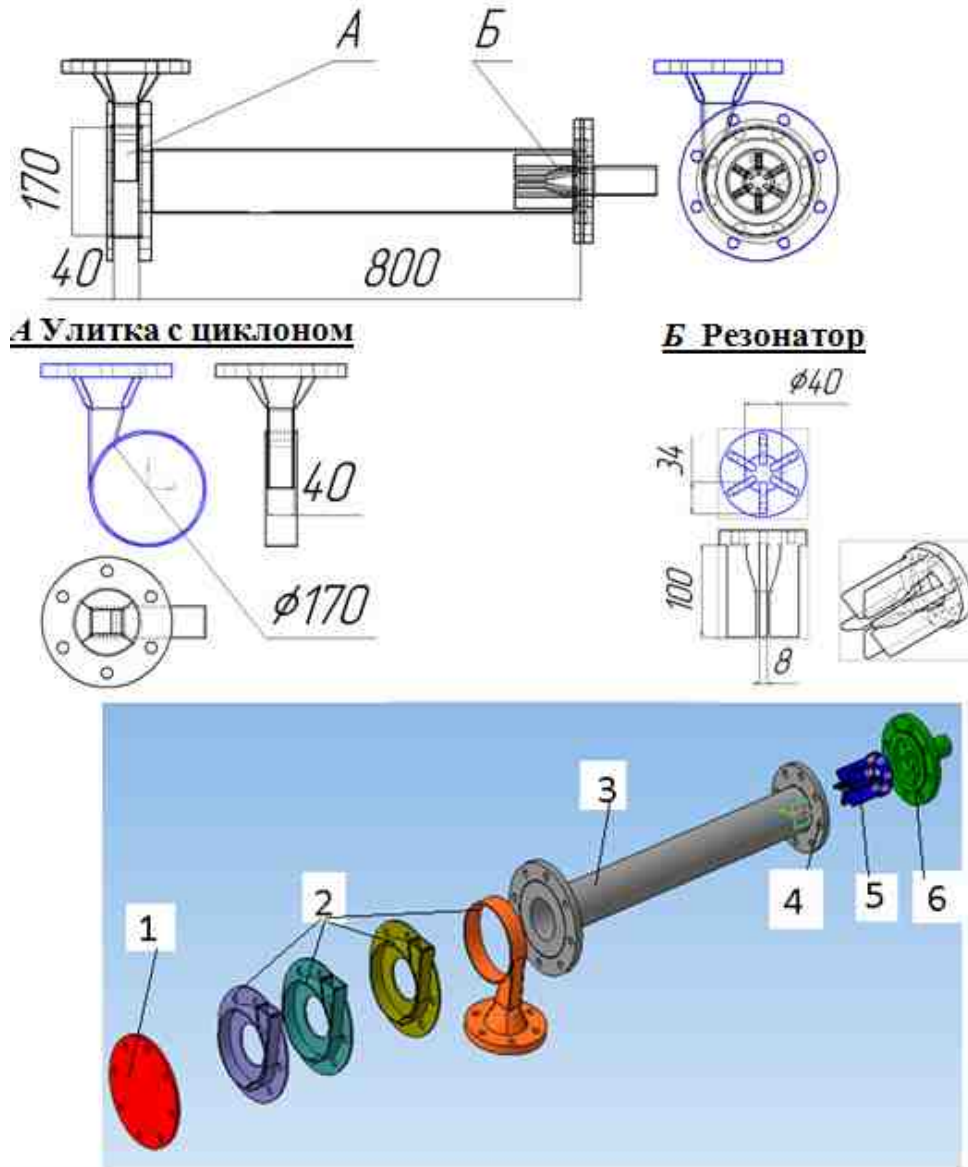


Рис. 2. Гидродинамический теплогенератор-деструктор.

Работа теплогенератора-деструктора заключается в том, что среда (вода, биомасса) нагнетается насосом в улитку, обеспечивающую тангенциальный ввод потока холодной жидкости в пристеночную область цилиндрической вихревой камеры. В вихревой камере тангенциально введенный поток закручивается, ускоряется и, вращаясь, движется вдоль камеры по направлению к выходному патрубку, перед которым затормаживается специальным устройством и поступает наружу потребителю через выходной патрубок.

Для оптимизации геометрических параметров основных узлов, разработана имитационная модель теплогенератора-деструктора и, сначала, выполнена конструкционная часть имитационной модели с использованием пакета SolidWorks 2010 for Windows для ПЭВМ на основании оптимальных геометрических параметров, определенных при спланированных многофакторных экспериментах. Затем выполнено решение полученной математической модели методом граничных условий и ее визуализация в прикладном пакете CosmosFloWorks. Имитационная модель подтвердила адекватность расчетных данных математической модели, в том числе, зависимость нагрева жидкости от давления на входе в теплогенератор-деструктор.

Теплогенератор-деструктор позволяет получать биогаз и, кроме того, осуществлять исследование удельного энергопотребления для нагрева 1 кг воды на 1 °С (Вт · ч/кг·°С).

Определение удельного энергопотребления осуществлялось на основании экспериментальных данных по уравнению [4]

$$W_{y\partial} = W/(G_{\phi} \cdot \Delta t),$$

где W – количество электроэнергии, потреблённой электродвигателями насосов в течение часа, Вт · ч;

G_{ϕ} – количество воды, нагретой в течение часа, кг;

Δt – разница между температурой воды на входе в теплогенератор при $\tau = 1$ ч (t_{κ}) и при $\tau = 0$ (t_{μ}), °С.

Выводы. Результаты определения удельного энергопотребления, из которого следует, что наименьшее энергопотреблением имеют тепло генераторы, оснащённые рассекателями потока, а так же наименьшей удельной мощностью обладает теплогенератор-деструктор, с улиткой, имеющей удлиненный сектор (Аппарат) источник широкого ассортимента товарной продукции:

- тепловой энергии – от сжигания биогаза;
 - электрической энергии - 1 м³ биогаза позволяет выработать 2...3 кВт электроэнергии;
 - газ-топливо для автотранспорта;
 - высококачественные удобрения - экологически чистые, лишённые нитратов, семян сорняков, болезнетворной микрофлоры. (Расход этих удобрений для обработки 1 га земли в 10...20 раз меньше, чем необработанного навоза, при повышении урожайности на 30...40%)
- Биогазовая установка избавляет от экологических проблем – поскольку предотвращает выброс метана в атмосферу, сокращает или позволяет отказаться от применения химических удобрений.

Биогаз, полученный в собственной ферме или подворье, если не полностью, то хотя бы частично может обеспечить потребности сельских жителей, владельцев дачных и садовых участков в топливе и электроэнергии.

Литература

1. *Баадер В.* Биогаз: теория и практика. (Пер. с нем. и предисловие М.И. Серебряного)/ *Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М.* – М.: Колос. 1982. – 148 с.
2. *Ковалев Н.Г.* Проектирование систем утилизации навоза на комплексах / *Н.Г. Ковалев, И.К. Глазков* – М.: Агропромиздат. 1989. – 360с. *Оболенский Н.В.* Гидродинамический источник теплоты / *Н.В. Оболенский, Ю.Е. Крайнов* // «Механизация и Электрификация сельского хозяйства». – 2012. – № 1 – С. 24,25.
4. *Осокин, В.Л.* Результаты экспериментально-теоретических исследований по разработке стенда испытаний подогревателей воды / *В.Л. Осокин* – Княгининино: НГИЭИ, 2011. – 142 с.

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ З ВІДХОДІВ ТА СИРОВИНИ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Крайнов Ю.Є., Вандишева М.С.

Анотація – розглядається використання ефекту кавітації для підготовки субстрату – матеріалу для отримання біогазу з відходів та сировини сільськогосподарського виробництва у розробленій біогазовій установці, в якій використано знов створений гідродинамічний теплогенератор-деструктор.

TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF BIOGAS FROM BIOGARBAGE AND RAW MATERIALS IN AGRICULTURE

Yu. Kraynov, M. Vandysheva

Summary

Use of effect of cavitations for production of biogas from biogarbage in again developed biogas installation in which it is applied also again created hydrodynamic heatsource-destruktork is considered.