

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ С СИСТЕМОЙ СОЛНЕЧНОГО ОБОГРЕВА

Комилов О.С. канд. техн. наук, доцент, Астанов С.Х. д-р физ-мат. наук, профессор,
Шарипов М.З. канд. физ-мат. наук, Сафаров Дж.Дж. канд. хим. наук, доцент,
Бухарский технологический институт пищевой и лёгкой промышленности,
Узбекистан, г. Бухара

Разработана и построена опытно-производственная биогазовая установка на основе солнечного обогрева. Приведены результаты экспериментальных исследований по выработке биогаза при мезофильном режиме работы установки.

Is developed and is constructed the industrial biogas installation is skilled on the basis of solar heating. The results of experimental researches till developments (manufactures) of biogas are given at mezofils mode of operations of installation.

Ключевые слова: Биогазовая установка, биореактор, теплоаккумулятор, исследование, солнечный нагреватель, экология, биоудобрения.

В сельскохозяйственном производстве животноводческие предприятия постоянно сталкиваются с проблемой утилизации и переработки отходов с учетом соблюдения требований охраны природной среды от загрязнения. Серьезную экологическую проблему, в частности, представляет утилизация навоза и особенно навозной жижи.

В связи с постоянным ростом цен на энергоносители наиболее перспективным способом обработки и обеззараживания навозной массы является ее переработка в биогазовых установках с анаэробной ферментацией. Применение биогазовых установок позволяет не только перерабатывать органические отходы сельскохозяйственного производства, в первую очередь навоза и помета, но и также получать высококачественное минерализованное органическое удобрение и органическое топливо биогаз.

Среди несомненных достоинств данного способа преобразования энергии является его экологичность и возобновляемость, простота конструкции, а также низкие эксплуатационные затраты.

Не смотря на существование многих работ по этой области в мировом масштабе, только за последние годы в странах СНГ возрос интерес к получению энергии и биоудобрений путем переработки сельскохозяйственных отходов. Этому способствует высокая стоимость энергоресурсов и удобрений, а также ухудшающееся состояние окружающей среды. Однако из-за низкой информированности фермеров о практических путях внедрения биогазовых технологий и высокой начальной стоимости биогазовых установок, общее число биогазовых установок в странах СНГ не превышает нескольких десятков.

Все это диктует, что для широкомасштабного использования биогазовых установок в фермерских и индивидуальных сельских хозяйствах Узбекистана, прежде всего, учитывая их региональные и местные условия, необходимость разработки малых энергосберегающих, экономичных, экологических и высокопроизводительных БГУ.

В связи с этим, в гелиополигоне Бух. ТИП и ЛП построена экспериментальная биогазовая установка производственного характера с системой солнечного обогрева (рис. 1), состоящая из биореактора (1), гелиоводонагревателя (2), теплоаккумулятора (3), газоочистителя (4) и газонакопительной емкости (газгольдера) (5)

При изготовлении этих частей мы исходили из требований энергоресурсосбережения, экологии и ожидаемой их эффективности.

Солнечные водонагревательные коллекторы (СВК) различной конструкции традиционно изготавливаются из металлических материалов. Предлагаемый нами СВК, изготовлен из альтернативных неметаллических материалов. Гелиоводонагреватель сделанный в виде «горячего ящика», внутри которого расположен изготовленный из пластмассовой трубы черного цвета теплоприёмник-коллектор с входными и выходными патрубками.

Теплоаккумулирующую часть представляет собой хорошо теплоизолированный (с внешней стороны) цилиндрическая емкость, внутри которой размещены два теплообменника - один для нагревания ТАМа, другой обеспечивает теплом биореактор. Оба теплообменника сделаны из пластмассовых труб в виде змеевика.

Емкость заполнена ТАМом в качестве которого нами использован шестигидратный хлористый кальций ($\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$) с температурой плавления почти равной оптимальной температуре мезофильного режима

ображиваемого субстрата (36–39°C). Теплота плавления и плотность кристаллогидрата соответственно равно: 174,4 кДж/кг и 1634 кг/м³.

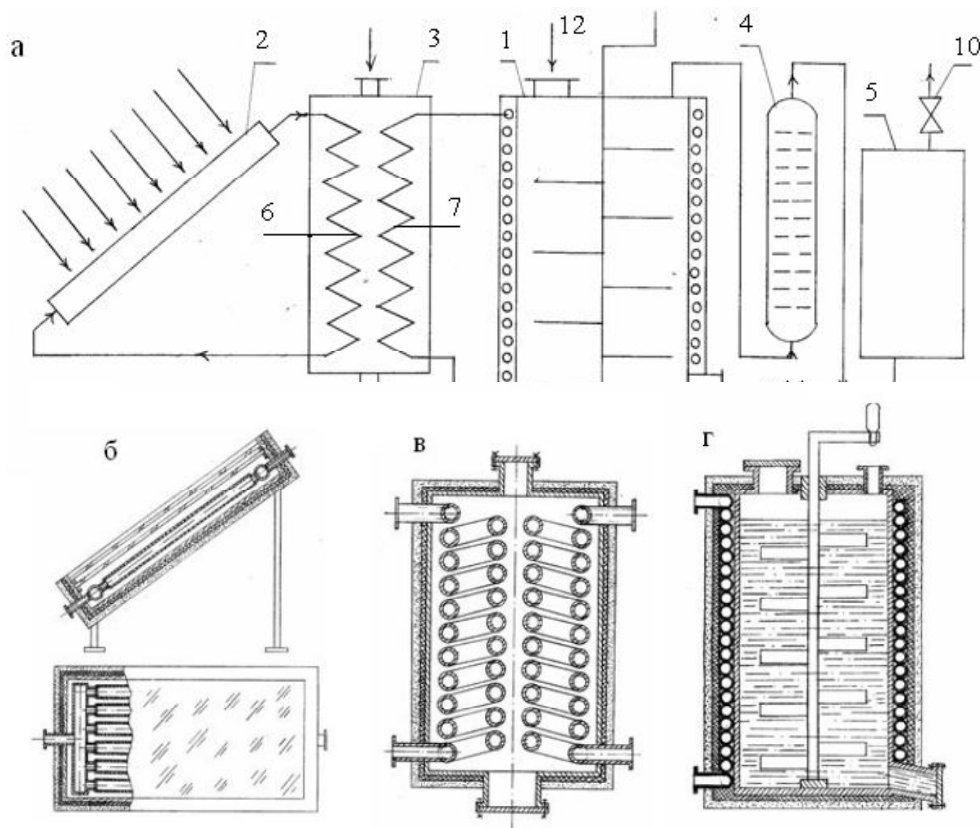


Рис. 1 – Принципиальная схема экспериментально-производственного биогазовой установки с системой солнечного обогрева: а – схема БГУ в плане, б, в, г – разрез гелиоводонагревателя, теплового аккумулятора и биореактора соответственно

Одним из основных элементов БГУ является биореактор, представляющий собой герметическую цилиндрическую емкость с диаметром 1,5 м и высотой 2 м.

В верхней и нижней боковых частях, предусмотрены загрузочный (12) и выгрузочный (11) люки. Внутри реактора по середине размещен (установлен) механизм (13) для перемешивания сбраживаемого субстрата. С наружной стороны цилиндрической емкости плотно (по высоте) окружена пластмассовыми трубами, служащие в качестве нагревательных элементов (14) и на которые натянута металлическая сетка. Далее реактор теплоизолирован от окружающей среды минеральной ватой, толщина которой 5 см.

БГУ работает следующим образом: завозимый навоз или помет сначала очищается от всяких примесей (растительные остатки, отходы древесины и т.д.) загружается в реактор через загрузочный люк и разбавляется водой до концентрации 35%. Затем в качестве подщелачивающего средства субстрат сверху орошают известковым молоком или вытяжкой из древесной золы (исходя из нормативов pH среды субстрата).

Чтобы получить необходимую для процесса брожения температуру и по возможности поддерживать ее постоянной, следует, прежде всего, подогреть подаваемый в реактор субстрат до нужной температуры; также постоянной, подводя теплоту для компенсации тепловых потерь.

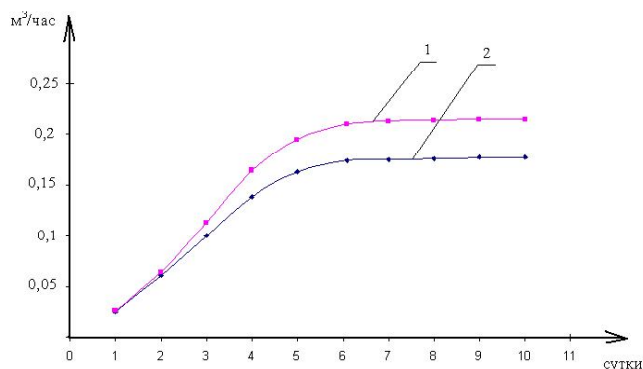


Рис. 2 – Результати проведених експериментальних досліджень щодо виходу біогазу з різними субстратами: 1 – куринного помета, 2 – навоз крупного рогатого скота (КРС)

Обогрев сбраживаемого субстрата до температуры мезофильного режима ($t=35-38^{\circ}\text{C}$) и поддержание этой температуры в разработанный нами биоэнергетической установке осуществляется с помощью гелиоводо-нагревателя. Выработка тепла осуществляется так: днем солнечные лучи, проходя через прозрачное ограждение, нагревают водяной коллектор. Нагретая вода из коллектора поступает в теплоаккумулирующую емкость и, проходя через теплообменника (6) а также отдавая свою значительный потенциал ТАМу, снова поступает в коллектор. Это происходит днем при ясной солнечной погоде. А в теплоаккумулирующей части, поскольку нами в качестве ТАМа выбрана $\text{CaCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, тепловые процессы происходят иначе. С поступлением тепла из гелиоколлектора кристаллогидрат начнет нагреваться, его температура повышается до тех пор, пока не достигнет до значения плавления, т.е. $36-39^{\circ}\text{C}$. Далее излишнее тепло аккумулируется за счет фазового превращения кристаллогидрата. Таким образом, в предлагаемом нами теплоаккумуляторе температура поддерживается постоянной, т.е. равной оптимальной температуре мезофильного режима сбраживаемого субстрата. Ночью установка работает за счет аккумулированного днем тепла (тепла фазового перехода кристаллогидрата $\text{CaCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), что таким образом обеспечивает круглосуточную работу и повышение эффективности биоэнергетической установки.

Нагревание биореактора и, следовательно, сбраживаемого субстрата осуществляется через герметичную водяную нагревательную систему, содержащий теплообменник (7), водяной насос (8) и обволакивающие реактор трубчатые теплообменники (14).



Рис. 3 – Общий вид опытно-производственной биогазовой установки

Проведенные нами опыты показали, что предлагаемая биогазовая установка, объем которой $1,12\text{ м}^3$, способна перерабатывать в мезофильном режиме 70 кг навоза в сутки и производить около 5 м^3 биогаза и чуть менее 70 кг жидких экологически чистых биоудобрений. Последние содержат ряд органических веществ, которые вносят вклад в увеличение проницаемости и гигроскопичности почвы, в то же время, предотвращая эрозию и улучшая общие почвенные условия. Органические вещества также являются ба-

зой для развития микроорганизмов, которые переводят питательные вещества в такую форму, что легко может быть усвоена растениями.

Результаты параллельно проведенных практических исследований по выращиванию помидора в геотеплице показали что, урожайность томата при применении биоудобрений повысилась на 40-50%.

Для изучения температурных и тепловых режимов, а также производительности установки относительно выработанного биогаза, нами проведена ряд экспериментов с различными субстратами в различных метеорологических условиях. Результаты одного таких опытов приведены на рис.2. Опыты показали, что при мезофильном режиме работы биореактора производительность газа практически не снижалась при отклонении температуры на 1-2⁰ С от оптимума и процесс сбраживания субстрата продолжался -25-30 дней

В ходе проведенного исследования выявлено, что интенсивность процесса во многом зависит от температуры и влажности в биореакторе. Показано, что при мезофильном режиме (36-38⁰ С) процесс метанового брожения протекает интенсивнее, о чем свидетельствует больший выход биогаза и повышенное содержание в нем метана.

Выводы

Проведенные исследования позволяют разработать технологию переработки куриного помета (а также других органических отходов), являющаяся наиболее перспективной с точки зрения защиты окружающей среды и экологии не возобновляемых природных источников энергии. Применение данной технологии позволит наиболее полно использовать энергетический и сырьевой потенциалы, заключенные в органических отходах.

Литература

1. С.М. Биркин. Совершенствование технологии и технических средств утилизации навоза крупного рогатого скота. Автореф. дис. к-та. наук. Волгоград, 2009.
2. В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер «Биогаз» теория и практика. Москва «Колос» 1982.
3. К. Келов. Разработка научных основ технологии метанового сбраживания отходов животноводства и создание биогазовых установок с использованием солнечной энергии. Автореф. дис. ... д-ра. наук. Ашхабад, 1990.

УДК 502.174.3:664.047

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ РЯД ТЕПЛОМАССОУТИЛИЗАТОРОВ ДЛЯ АПК

**Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Кураков О.М.
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса**

В работе проведен анализ энергетических потерь и экологических проблем в сушильных технологиях АПК. Рассматривается система комплексной утилизации теплоты и пыли готового продукта на основе термосифонного аппарата. Представлен тип – размерный ряд термосифонных теплоемкоутилизаторов.

In the research the analysis of energy waste and ecological problems of agro-industrial complex drying technologies has been carried out. The system of complex utilization of heat and ready product dust based on thermo siphon is considered. Dimension-type line of thermo siphon heat-mass-utilizers has been presented.

Ключевые слова. Энергетика сушки, утилизация теплоты, термосифон.

Введение. Системный подход к проблеме энергоэффективности дает возможность правильно выбрать приоритеты, четко координировать работы по совершенствованию энерготехнологий. Приоритеты обосновываются на базе результатов энергетического аудита, сравнения альтернативных проектов. Затраты на внедрение энергоэффективных технологий и оборудования возвращаются быстро, если исследования проведены на основе современных методов энергетического менеджмента. Практика показывает, что одним из приоритетных путей совершенствования энерготехнологий является утилизация энергии технологических выбросов [1]. Эффект существенно усиливается, если решается задача комплексной утилизации теплоты и продукта из аэрозольных выбросов сушильного оборудования и печей.

Энергетика и экология сушильных установок АПК. Затраты энергии на удаление влаги в процессе сушки в несколько раз выше [2], чем энергия фазового перехода при парообразовании (табл.1).