

References

- 1 Weiland P. *Biogas production: Current state and perspectives. Appl Microbiol Biotechnol.* 2010;85(4):849 – 60.
- 2 Surendra K., Takara D., Hashimoto A.G., Khanal S.K. (2014) *Biogas as a sustainable energy source for developing countries: opportunities and challenges. Renew Sust Energ Rev* 31:846 – 859.
- 3 Wang F., Zhang D., Wu H., Yi W., Fu P., Li Y., Li Z. (2016) *Enhancing biogas production of corn stover by fast pyrolysis pretreatment. Bioresour Technol* 218:731 – 736.
- 4 Rodriguez C., Alaswad A., Benyounis K.Y., Olabi A.G. (2017) *Pretreatment techniques used in biogas production from grass. Renew Sustain Energy Rev* 68:1193 – 1204.

УДК 504.054

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Алейникова Д.

Научный руководитель Зеленухо Е.В.

Белорусский национальный технический университет

В работе определены энергетические, экологические и агротехнические аспекты использования биогазовых технологий для переработки органических отходов

Рост объемов производства и потребительской способности приводит к увеличению образования отходов. Ежегодно в Республике Беларусь образуется более 1400 наименований отходов с широким спектром морфологических и химических свойств. В данной работе рассмотрена группа органических отходов, к основным видам которых относятся: отходы животноводства; отходы растениеводства; отходы очистки и подготовки вод; отходы перерабатывающей промышленности (сахарной, целлюлозно-бумажной и др.).

Существенным источником образования органических отходов в республике являются сельскохозяйственные и перерабатывающие предприятия. Они обеспечивают страну продукцией, а также занимают лидирующие позиции по объемам экспорта. Выращивание сельскохозяйственной продукции (растениевод-

ства и животноводства) сопровождается увеличением образования отходов, в первую очередь, органических, которые подлежат (в основном) долговременному складированию и, частично, вторичному использованию. Сложившиеся тенденция осложняется тем обстоятельством, что объемы производства сельскохозяйственной продукции будут стабильно увеличиваться в ближайшее время, что способствует увеличению объемов образования отходов. Так, согласно Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы, объемы производства продукции животноводства должны вырасти к 2020 году на 18,3 %.

Органические отходы представляют серьезную угрозу окружающей среде, загрязняя поверхностные и грунтовые воды, почвы, атмосферный воздух нитратами, органическими веществами, меркаптанами и др. соединениями.

Одним из способов переработки органических отходов является использование биогазовых технологий. Процесс получения биогаза называют ферментацией, или метановым сбраживанием. Биогаз образуется, в результате разложения органического вещества микроорганизмами в условиях отсутствия кислорода, так называемый процесс анаэробного брожения.

К условиям, необходимым для переработки органических отходов внутри реактора биогазовой установки, относятся: соблюдение бескислородного режима; соблюдение температурного режима; доступность питательных веществ для бактерий; необходимое время сбраживания и своевременная загрузка и выгрузка сырья; соблюдение кислотно-щелочного баланса; соблюдение соотношения содержания углерода и азота; соблюдение пропорций твердых частиц и жидкости в сырье; отсутствие ингибиторов процесса.

В настоящее время существует много различных конструкций биогазовых установок. Различают их [1]:

- по методу загрузки сырья;
- по внешнему виду;
- по составным частям конструкции и материалам, из которых они сооружаются.

По методу загрузки сырья выделяют установки порционной и непрерывной загрузки, которые отличаются временем сбраживания и регулярностью загрузки сырья. Наиболее эффективными с точки зрения выработки биогаза и получения биоудобрений являются установки непрерывной загрузки.

По внешнему виду установки различаются в зависимости от способа накопления и хранения биогаза. Газ может собираться в верхней твердой части реактора под гибким куполом или специальном газгольдере, плавающем или стоящем отдельно от реактора.

Получаемый в результате анаэробной ферментации любого органического субстрата биогаз, представляет собой смесь газов, основным компонентом которой является метан. Основные характеристики биогаза в соответствии с [2] приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики биогаза

Низшая теплота сгорания, МДж/м ³	Нормальная плотность, кг/м ³	Содержание компонентов, %					
		CH ₄	CO ₂	N ₂	O ₂	H ₂	H ₂ S
21,77	1,16	60	33,5	3	0,5	1	2

Использование биогазовых технологий для переработки органических отходов обусловлено следующими основными аспектами: энергетическим, экологическим и агротехническим.

Энергетический аспект заключается в возможности использования биогаза в качестве топлива для обеспечения собственных нужд сельскохозяйственного предприятия тепловой и электрической энергией. Так, производимая по биогазовым технологиям энергия, может быть использована, например, для обогрева производственных помещений, теплиц, использования для хозяйственно-бытовых нужд и т.п.

По составу и энергетическим характеристикам биогаз наиболее схож с природным газом, состоящим на 98 % из метана.

Важнейшей характеристикой, определяющей тепловую ценность любого топлива, является теплота сгорания. Под теплотой сгорания понимают количество тепла в кДж, которое выделяет при полном сгорании 1 кг твердого или жидкого топлива или 1 м³ газообразного топлива при нормальных физических условиях. Теплота сгорания обычно выражается в кДж, а иногда приводится в килокалориях (1 ккал = 4,187 кДж).

Сравнительные данные по теплотворной способности различных видов топлива, используемых для производства энергии в республике, представлены на рисунке 1.

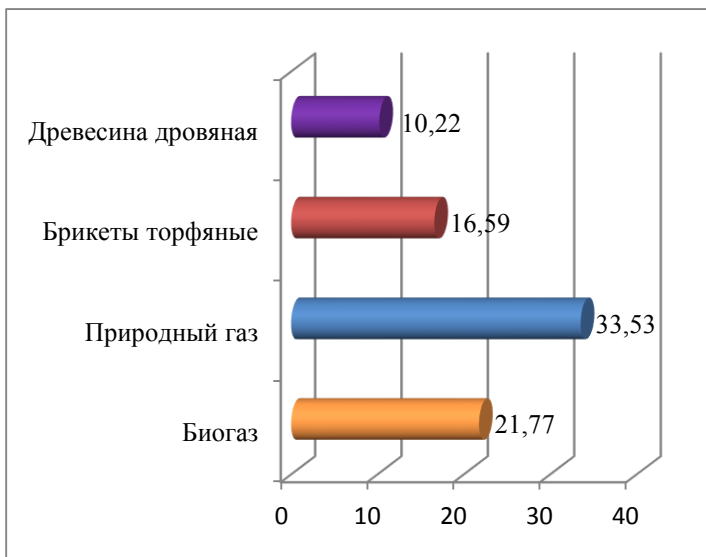


Рис. 1 – Теплотворная способность различных видов топлива, МДж/кг (МДж/м³)

Анализ данных, представленных на рисунке 1, показывает, что биогаз по теплотворной способности превосходит твердые виды топлива, однако, уступает природному газу. Теплотворная способность биогаза ниже, чем у природного газа вследствие содержания в нем углекислого газа (иногда до 30% по объему). Поскольку биогаз является возобновляемым ресурсом, это делает его использование перспективным для получения электрической и тепловой энергии.

Экологический аспект применения биогазовых технологий для переработки органических отходов имеет глобальный и локальный характер. К глобальным преимуществам относятся следующие [3]:

- сокращение потребления ископаемых видов топлива, что способствует увеличению срока их исчерпания;
- получение возобновимого источника энергии, так как биомасса (включая биоорганические отходы) постоянно возобновляется;
- сокращение выбросов парниковых газов в атмосферный воздух, что способствует защите климата.

Для конкретных территорий основными экологическими преимуществами использования биогазовых технологий являются:

- уменьшение количества отходов и объемов их накопления, что приводит к снижению нагрузки на окружающую среду;
- снижение выбросов загрязняющих в атмосферный воздух по сравнению с ископаемым топливом, а также и от навозных лагун за счет внедрения новой системы уборки, хранения и использования навоза;
- экологическая безопасность местности, расположенной в непосредственной близости от предприятий агропромышленного комплекса;
- уменьшение содержания органических веществ в отходах и сточных водах;
- экологическая замкнутость производства;
- сокращение территорий, отводимых под хранение и захоронение отходов, а в сельской местности – более рациональное использование сельскохозяйственных угодий;
- повышение плодородия почвы или восстановление нарушенных земель за счет использования переброженного осадка;
- решение ряда санитарно-гигиенических задач, таких как улучшение эпидемиологической обстановки в результате гибели патогенной микрофлоры, содержащейся в отходах, уменьшение неприятных запахов и т.п.

В качестве агротехнической составляющей можно выделить получение и использование биогумуса – продукта, получаемого после биогазовой переработки отходов. Он обладает рядом преимуществ по сравнению с не переработанной органикой, так как содержит более доступные для растений формы азота, а также очищен от семян сорняков и болезнетворных организмов.

В настоящее время в республике функционирует 18 биогазовых установок общей установленной электрической мощностью более 26 МВт. Шесть установок работают на свалочном газе [4]. Так, одним из примеров использования биогазовых технологий для переработки органических отходов является введенный в эксплуатацию в 2016 г. биогазовый комплекс в д. Пережир Пуховичского района Минской области. Электрическая мощность комплекса составляет 250 кВт, тепловая мощность – 280 кВт. Для получения биогаза здесь используются отходы животноводства, образующиеся в результате функционирования молочно-товарной фермы, где содержится порядка 1200 голов крупного рогатого скота. Для повышения выхода биогаза добавляет-

ся кукурузный силос. Предварительно силос проходит через измельчитель, который выдает кукурузную фракцию оптимального размера. Измельченный кукурузный силос либо отходы комбината хлебопродуктов загружаются при помощи погрузчика в дозатор, который подает сырье по шнеку в ферментер в соответствии с выбранной программой. Насос подает в ферментер жидкое биосырье, и все компоненты биомассы оказываются включенными в протекающие одновременно биологические реакции сбраживания.

Таким образом, использование биогазовых технологий для переработки органических отходов сопровождается рядом энергетических, экологических и агротехнических аспектов.

Библиографический список

1. Кононенко С.И., Ледин Н.П., Мурадова Е.Л. Производство биогаза и удобрений на животноводческих фермах // *Вестник аграрной науки Дона*. - №1, 2013. – С. 45 – 53.

2. ТКП 17.02-05-2011 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок расчета экономической эффективности биогазовых комплексов».

3. Найман С.М., Тунакова Ю. А. Экологические и экономические аспекты применения биогазовых технологий для переработки органических отходов // *Вестник Казанского технологического университета*, 2013. – С. 191 – 196.

4. Басалай И.А., Зеленуха Е.В., Кацило В.В. Определение эффективности использования отсева фрезерного торфа в качестве топлива мини-ТЭЦ торфобрикетного завод / *Сборник науч. трудов «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики»*, Минск, БНТУ, 2013. Т.2, С. 295 – 301.

4. Величко В.В., Кундас С.П., Капустин Н.Ф. Повышение эффективности биогазовых технологий // *Энергоэффективность*. №7, 2017. – С. 10 – 16.