

В. В. Белько, Ю.В. Кляусова,
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

МЕТОДЫ ДОРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКОГО ОСАДКА БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

The growing demand for energy leads to the depletion of fossil fuel reserves, which stimulates the development of alternative energy sources. The use of biogas technologies can solve the energy problem with the production of gaseous fuels (biogas) and organic sludge. The use of organic sludge as fertilizers increases the efficiency of biogas technologies. The methods of refining the organic sediment are described.

Последнее время характеризуется высокими темпами роста производства, что привело к увеличению потребления всех видов энергии, особенно заключенной в ископаемом топливе. На фоне возрастающей энергетической потребности мировые запасы топлива истощаются. Вследствие этого большое использование и развитие получили альтернативные виды энергии.

Одним из перспективных направлений альтернативной энергетики являются переработка биомассы из отходов путем анаэробного сбраживания. В результате применения биогазовых технологий получают два ценных продукта – биогаз и органический осадок (дигестат). Биотрансформация энергии биомассы в биогаз путем метанового сбраживания позволяет комплексно решать энергетические, социальные и экологические задачи.

Биогазовый дигестат представляет собой органическую массу улучшенного состава. Он имеет влажность в пределах от 87 до 98 % и рН 7,3–9,0. В зависимости от его физико-химического состава дигестат может быть экономически выгоден путем превращения его в органическое удобрение (биогумус) [1]. Качество дигестата и его состав варьируется незначительно и в основном зависит от следующих факторов: параметров процесса сбраживания, типа используемого субстрата и его физико-химических свойств (табл.).

Ценность такой массы заключается в том, что азот в ней сохраняется в аммонийной и органической формах. В результате сбраживания отходов в биогазовой установке соединения фосфора и калия минерализируются. Фосфор

находится в основном в форме фосфатов и нуклеопротеидов, а калий – в виде усвояемых солей (что обеспечивает их лучшую усвояемость растениями).

Таблица

Состав дигестата

Показатель	Значение
Сухое вещество, %	6,1
Органическое вещество, кг/т	42,0
Азот общий, кг/т	4,8
Аммоний, кг/т	2,9
Фосфор, кг/т	1,8
Калий, кг/т	3,9

Причем в процессе ферментации содержание фосфора и калия практически не изменяется, однако количество усваиваемого фосфора удваивается. Из других макроэлементов также присутствуют кальций (1,0–2,3 %), магний (0,3–0,7 %), сера (0,2–0,4 %). Кроме того, органический осадок содержит микроэлементы, а также аминокислоты, ферменты гидролиза, нуклеиновые, гуминовые и органические кислоты (фульвокислоты), моносахариды [2]. Он также содержит большие количества неразложившегося материала (целлюлозных волокон), поскольку быстро разлагаемые органические вещества преобразуются в биогаз.

Методы обработки дигестата зависят от характеристик, требуемых к получаемому удобрению для последующего внесения в почву. Выбор подходящей технологии определяет эффективность управления органическим осадком, что, в свою очередь, позволяет в некоторой степени обеспечить значительное сокращение сроков окупаемости биогазовых установок и оптимизировать стоимость получаемого биогаза.

Один из наиболее распространенных методов обработки дигестата – его разделение на две составляющие: твердую и жидкую фракции. Этот подход позволяет сократить объемы хранения жидкой фракции. Однако основное значение имеет распределение питательных веществ: растворимый минеральный азот в основном остается в жидкой части, в то время, как органически связанный азот и фосфор преимущественно концентрируются в

твердой фракции. В зависимости от требуемой степени распределения используются преимущественно шнековые прессы и декантирующие центрифуги. Также процесс сепарирования можно интенсифицировать за счет добавления полимера [3].

Далее методы обработки дигестата выбираются в зависимости от агрегатного состояния получаемых фракций после сепарирования.

Для обработки твердой фракции существуют следующие методы:

- компостирование;
- щелочная стабилизация;
- сушка с последующими операциями сжигания или пиролиза с целью получения энергии.

Компостирование и стабилизация его известью с целью поддержания в нем органических компонентов, уничтожения патогенных микроорганизмов и семян сорняков, а также устранения соединений с интенсивным запахом. Так как твердая фракция может содержать недостаточное количество сухого вещества, для успешного компостирования ее перемешивают с другим органическим сырьем: торфом, древесными опилками, мульчей, землей и т. п.

Метод сушки с дальнейшим обогащением органического осадка органическими веществами эффективно улучшает дигестат. Таким образом, можно улучшить аэрацию почв, что, в свою очередь, влияет на водно-воздушный баланс и повышает ее плодородие. Методы, используемые для доработки жидкой фракции органического осадка:

- выпаривание;
- УФ-очистка.

Выпаривание жидкой фракции дигестата может быть осуществлено с помощью оборудования, работающего по принципу теплообменника с мокрой поверхностью. Применяя этот метод, можно сократить объем воды в дигестате до 15 % от первоначального объема, в то время как отработанное тепло поступает из когенерационной установки [4].

Очистка с помощью ультрафильтрации и обратного осмоса не сильно распространена по причине дороговизны оборудования и быстрого изнашивания используемых мембран и фильтров, которые служат защитой от микроскопических коллоидных частиц.

Дигестат представляет собой ценный продукт, который используется как высококачественное удобрение, которое повышает плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур, его эффективное использование способствует оптимизации стоимости получаемого биогаза. Выбор технологии доработки зависит от требований, предъявляемых к получаемому удобрению.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Digestate as Fertilizer* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/ВЈНСПА-DE-Digestate-as-Fertilizer> (дата обращения: 01.04.2024).

2. Иовик, Л. Н. Использование сброженного отхода биогазовой установки в качестве органического удобрения (аналитический обзор) // Почвоведение и агрохимия. – 2015. – № 1 (54). – С. 230–237.

3. Macadi, M. Digestate: A New Nutrient Source – Review // Biogas; ed. By S. Kumar. – Croatia, InTech. – 2012. – P. 295–310.

4. Скляр, О.Г. Анализ технологий подготовки залишків після анаэробного бродіння // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенко. – 2015. – № 156. – С. 649–655.

Valeria V. Belko, Yulia V. Klyausova,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

METHODS OF REFINING ORGANIC SLUDGE OF BIOGAS TECHNOLOGIES