

УДК 620.952; 620.953

Величко В.В., Уласевич М.В. Науч. рук. д.т.н, проф. Кундас С.П.
Анализ эффективности использования биогазовых установок

Биогазовые технологии в настоящее время являются одним из перспективных направлений возобновляемой энергетики, обеспечивая решение как энергетических, так и экологических задач. Биогаз образуется в анаэробных условиях путем разложения органического вещества – субстрата, рядом микроорганизмов и представляет собой смесь метана (50-75%) и углекислого газа (25-50%), а также незначительного количества аммиака, водорода, серы и некоторых других веществ в зависимости от исходного биосырья (субстрата) и технологии получения биогаза [1].

Использование биогазовых установок связано со следующими положительными факторами [2]:

- Биогаз может использоваться в качестве топлива для работы блочной ТЭЦ;

- Полученное тепло используется для нужд самой биогазовой установки, а также в системах теплоснабжения;

- Биогаз после предварительной обработки может применяться в качестве топлива для автомобилей, работающих на газе.

- Переработанный субстрат является ценным удобрением, богатым азотом, фосфором, калием и питательными микроэлементами.

- Биогазовые установки могут играть роль очистительных сооружений на фермах, фабриках и заводах, что улучшает санитарно-гигиенические аспекты данных предприятий.

- Производство биогаза позволяет предотвратить выбросы метана в атмосферу.

Следует отметить, что практическая реализация биогазовых технологий связана с решением многих задач, как химико-биологического, так и технического профиля, а также вопросов логистики поставок биосырья, использования получаемой энергии. Поэтому от знания существующих проблем и возможных путей их решения во многом зависит эффективность их использования.

Состояние развития биогазовых технологий.

Биогазовые технологии уже получили широкое распространение в Европе, США, Китае, Бразилии и некоторых других странах. По данным Европейской Биогазовой Ассоциации на начало 2016 г в Европейском Союзе насчитывалось 17376 биогазовых установок, было подсчитано, что за год они вырабатывают количество биогаза, за счет которого можно выработать 60,6 ТВт·ч электроэнергии, этого достаточно для обеспечения электроэнергией 14 млн домашних хозяйств [3].

Согласно исследованиям, проведенным Pike Reseach, мировое производство биогаза к 2022 г составит 407 ТВт·ч в пересчете на тепловую энергию (рис. 1) [4].

Согласно данным Департамента по энергоэффективности государственного комитета стандартизации Республики Беларусь на 2016 г в стране функционировало 17 биогазовых установок общей установленной электрической мощностью в 24 МВт. Большинство установок имеют электрическую мощность до 2 МВт, что позволяет более успешно решать задачи их эффективного использования, в частности, обеспечения биосырьем, в качестве которого в основном используются отходы животноводства. Шесть установок работают на свалочном газу.

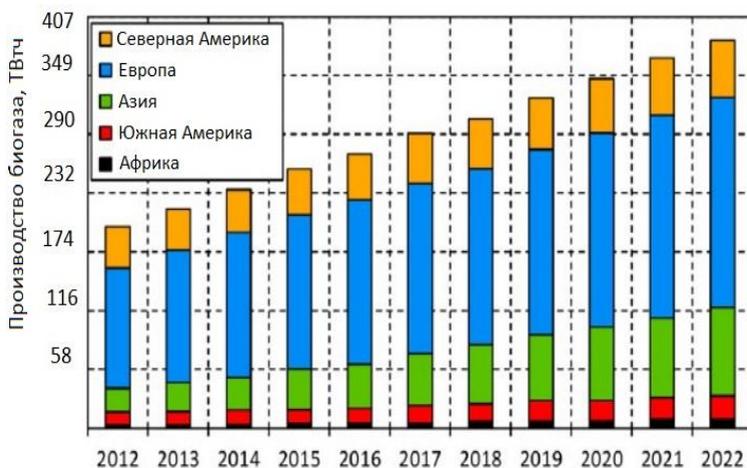


Рисунок 1 - Прогноз развития биогазовой отрасли в мире

Направления повышения эффективности использовании биогазовых установок.

Для максимально эффективного использования биогазовых установок нужно решить целый ряд проблем различного характера.

1) Биогазовые установки требуют бесперебойной поставки биосырья (субстрата), поэтому уже на первой стадии проектирования следует провести анализ возможностей круглогодичной поставки субстрата. Если затраты на транспортировку сырья будут слишком высокими, то рентабельность биогазовой установки значительно снизится. Наиболее оптимальным является размещение биогазовой установки в непосредственной близости от производимого субстрата (например, на животноводческих комплексах, свалках ТБО и т.д.).

2) Бактерии, участвующие в процессе ферментации и производства биогаза требуют определенных условий жизнедеятельности, в противном случае процесс

производства биогаза может замедлиться или вовсе прекратиться. Для большинства метанообразующих бактерий оптимальной является температура окружающей среды от 37 до 42 °С [5]. Показатель кислотности должен лежать в диапазоне от 6,5 до 8,0 [6]. Различные микроорганизмы нуждаются в определенных питательных веществах, микроэлементах и витаминах. Наличие и доступность данных компонентов оказывают большое влияние на рост популяции бактерий. Наиболее важными питательными веществами являются углерод С, азот N, фосфор P, и сера S. На практике соотношение С:N:P:S в реакторе составляет 600:20:5:3 [7]. Также некоторые вредные вещества, называемые ингибиторами, мешают жизнедеятельности микроорганизмов и негативно сказываются на производстве биогаза [7].

3) Выбор оптимального оборудования и размера реактора. Реактор должен проектироваться таким образом, чтобы он был способен вместить необходимое количество субстрата при этом, при постоянной замене содержимого реактора не должно вымываться больше микроорганизмов, чем может дорасти за это время [1]. В зависимости от используемого субстрата, реактор может снабжаться следующим оборудованием: мельницами и шредерами для измельчения субстрата, насосами и загрузчиками для подачи субстрата в реактор, емкостью для гигиенизации, различными видами мешалок для перемешивания субстрата в реакторе, системами удаления перебродившего субстрата и осадка, газгольдеры для хранения полученного биогаза и др. Все указанные конструктивные элементы должны потреблять минимальное количество электрической энергии, быть износостойкими, простыми в обслуживании и эксплуатации. Также реактор должен снабжаться хорошей теплоизоляцией для минимизации тепловых потерь.

4) Проблемы, связанные с хранением остатков от брожения. Жидкие остатки от брожения рекомендуется хранить в емкостях из бетона или стали, которые могут оснащаться мешалками. Также на такие емкости может устанавливаться пленочное перекрытие, позволяющее собирать выделяемый из остатков брожения биогаз и препятствовать выделению неприятного запаха. Объем хранилища остатков от брожения должен быть рассчитан на объем переработанного субстрата, выделяемого не меньше, чем за 180 дней эксплуатации реактора. Твердые остатки от брожения складываются в кучи на водонепроницаемых площадках, при этом они могут накрываться специальными тентами, для минимизации попадания атмосферных осадков [8].

5) Использование тепловой энергии при сжигании биогаза на блочных ТЭЦ. Тепловая энергия, выделяемая при сжигании биогаза, зачастую выбрасывается в атмосферу, полезное использование этой энергии позволяет значительно увеличить экономическую эффективность биогазовых установок. Подробнее о методах использования тепловой энергии написано ниже.

6) Подготовка биогаза к использованию. Прямое использование полученного биогаза обычно невозможно в связи с наличием в нем различных примесей, поэтому биогаз подвергается очистке по различным технологиям. Для использования биогаза на блочных ТЭЦ обычно достаточно провести процессы обессеривания и сушки, однако, если планируется подача биогаза в сети природного газа, то выполняется еще ряд мероприятий: сепарация углекислого газа, удаление кислорода, удаление остаточных газов (бензола, толуола и др.), одорирование, изменение калорийности и создание избыточного давления.

Заключение. Биогазовые установки являются современным, экологически безопасным источником энергии, получившим широкое распространение по всему миру. Беларусь обладает хорошим потенциалом для развития биогазовых технологий, а комплексное применение методов повышения их эффективности наряду с организацией производства отечественного оборудования может сделать использование биогазовых установок более экономически выгодным.

Исходя из представленного в статье анализа, для повышения эффективности использования биогазовых технологий в Республике Беларусь можно рекомендовать:

1) На стадии разработки проектов размещения биогазовых установок, выбора их мощности, следует большое внимание уделять оценке потенциала биосырья на текущий момент разработки, ближайшую и длительную перспективу. Необходимо также обстоятельно прорабатывать логистику поставки биосырья. Оптимальным является размещать биогазовые установки в непосредственной близости от источника сырья и подачу его без использования транспортных средств.

2) При выборе конструкции биогазового реактора важным является наличие его хорошей теплоизоляции, технологичности монтажа, надежного технического оборудования оптимальной мощности. Перспективным является организация совместных предприятий для производства биогазового оборудования на территории нашей страны.

3) Важным является также подбор оптимальных составов субстратов, обеспечивающих оптимальные условия брожения и увеличение выхода биогаза.

4) Обеспечивать оптимальный температурный режим, кислотность среды, а также следить за наличием

достаточно количества питательных веществ и микроэлементов для бактерий.

5) Для повышения выхода биогаза целесообразно рассматривать возможность предварительной обработки субстрата.

6) Изыскивать возможности более эффективного использования вырабатываемой биогазовыми установками тепловой энергии (отопление, процессы сушки и др.).

Библиографический список

1. Kaltschmitt, M.; Hartmann, H.: Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren; Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2001

2. Величко В.В., Кундас С.П. Проблемы использования биогазовых технологий // «Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века»: материалы 16-й междунар. науч. конф., 19-20 мая 2016 года, г. Минск. Республика Беларусь / под ред. С.А.Маскевича, С.С.Позняка, Н.А.Лысухо. - Минск.: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2016. - С. 266.

3. European Biogas Association [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://european-biogas.eu>. Дата доступа: 15.03.2017

4. Navigant research [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.navigantresearch.com>. Дата доступа: 20.10.2016

5. Weiland, P.: Grundlagen der Methangärung – Biologie und Substrate; VDI-Berichte, Nr. 1620 „Biogas als regenerative Energie – Stand und Perspektiven“; S. 19-32; VDI-Verlag 2001

6. Lebuhn, M.; Bauer, C.; Gronauer, A.: Probleme der Biogasproduktion aus nachwachsenden Rohstoffen im Langzeitbetrieb und molekularbiologische Analytik. VDLUFA-Schriftenreihe 64, 2008, S. 118–125

7. Weiland, P.: Stand und Perspektiven der Biogasnutzung und -erzeugung in Deutschland, Gülzower Fachgespräche, Band 15: Energetische Nutzung von Biogas: Stand der Technik und Optimierungspotenzial, S. 8-27, Weimar, 2000

8. Книга по биогазу Rohstoffe eV F. N. Руководство по биогазу //От получения до использования-2012.- 213 с.