

3. Новое мобильное приложение диагностирует более 60 болезней растений по фото // AGRONEWS. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://agronews.com> – Дата доступа: 14.04.2022.

4. SPRAY GUIDE APP // THE J.R. SIMPLOT COMPANY. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.simplot.com>. – Дата доступа: 19.04.2022.

УДК 615.89

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Горустович Т.Г.**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск*

**Ключевые слова:** биогазовые технологии, биогаз, биотопливо, биомасса, энергия, возобновляемые источники, отходы.

**Keywords:** biogas technologies, biogas, biofuels, biomass, energy, renewable sources, waste.

**Аннотация:** Сегодня технологии переработки биологического сырья используются для решения проблемы экологически безопасной утилизации органических отходов, снижения загрязнения окружающей среды, получения альтернативной энергии. В мире существует около 60 разновидностей биогазовых технологий, различающихся составом и подготовкой сырья, условиями и технологическими параметрами, конструкциями биогазовых установок и т. д. В европейских странах применение биогазовых комплексов нашло широкое распространение. применение, в первую очередь, как способ решения экологических проблем, связанных с утилизацией сельскохозяйственных отходов, а также для получения дополнительных видов энергии и органических удобрений. В данной статье рассматривается развитие технологии производства биогаза, приводится информация о существующих установках в стране.

**Summary:** Today, technologies for processing biological raw materials are used to solve the problem of environmentally safe disposal of organic waste, reduce environmental pollution, and obtain alternative energy. There are about 60 varieties of biogas technologies in the world, which differ in the composition and preparation of raw materials, conditions and technological parameters, designs of biogas plants, etc. In the European countries, the use of biogas complexes has found wide application, primarily as a way to solve environmental problems related to the disposal of agricultural waste, as well as to obtain addi-

tional types of energy and organic fertilizers. This article discusses the development of biogas production technology, provides information about existing installations in the country.

Начало развития биогазовых технологий было положено еще в XVII в. наблюдением, что расщепление биомассы сопровождается выделением воспламеняющегося газа. Первая задокументированная биогазовая станция была построена в Индии, а идея, которая легла в основу базового подхода к биогазовым станциям, заимствована из технологии, разработанной для очистки коммунальных стоков. И уже в 40-х годах прошлого века двумя учеными в Алжире была запатентована и построена установка для производства биогаза из навоза. Распространению новой технологии автономного энергообеспечения способствовали энергетические трудности послевоенного периода. Тогда за короткий промежуток времени в Италии, Франции и Северной Африке было построено более 1000 биогазовых установок типа Дуцеллер-Исманн. В последней четверти XX в. многие страны Европы активно занимались поисками эффективных технологий ферментации с целью производства биогаза из широкого спектра видов сырья сельскохозяйственного происхождения. В 2007 г. в Энергетическую политику Европы был интегрирован пакет «Энергетика и изменения климата» и соответствующее обязательство Европейского Содружества по сокращению выбросов парниковых газов по меньшей мере на 15 % и наращивание доли возобновляемых источников энергии в структуре потребления до 20 % [1].

В странах Азии, Латинской Америки и Африки также имеются различные программы поддержки биогазового производства, в первую очередь, с целью обеспечения населения собственными энергоисточниками для собственного потребления, сокращения вырубок лесов, снижения уровня загрязненности воздуха и улучшения состояния почв. В Индии действует Национальная программа управления навозом и биогаза, призвана способствовать строительству биогазовых станций домохозяйствами. Китай имеет средне- и долгосрочный план развития возобновляемой энергетики с целью достижения годового уровня производства биогаза на уровне 50 млрд м<sup>3</sup>, которые должны быть обеспечены как биогазовыми установками промышленного типа, так и маломощными домашними станциями.

Мировым лидером по производству электрической энергии из биогаза является Европейский Союз с установленными более 65 % от общей мировой мощности биогазовыми станциями. Согласно отчету Европейской биогазовой Ассоциации, по состоянию на 2020 г. в странах ЕС в целом установлено 17985 объектов биогазового производства [2].

Динамика развития отрасли биогазового производства в ЕС отличается, как с точки зрения собственно производственных процессов, так и с точки зрения сырьевого обеспечения. В среднем вклад биогазового производства в национальное потребление природного газа составляет до 4 %. Крупнейшими производителями биогаза в Европейском Союзе являются Германия, Чехия, Великобритания, Италия и Франция, причем благодаря производству половины общего объема производства биогаза в ЕС лидирует Германия. Она, как крупнейший потребитель природного газа в Европе, осуществляет его замещения биогазом на уровне 12,1 %, а в Швеции, как у одного из самых крупных потребителей природного газа, доля биогаза в общем потреблении составляет 23,2 % [3].

Динамика развития отрасли биогазового производства в мире имеет идентичную тенденцию к стабильному наращиванию производственных мощностей, а отличие в основном заключается в классах внедряемой мощности. В Азии лидирующую позицию по количеству бытовых биогазовых станций занимает Китай, где построено и эксплуатируется биогазовых общей мощностью 350 МВт. Для сравнения: установленная электрическая мощность биогазовых станций в Индии на этот же период – 187 МВт. Лидером установленных мощностей биогазового производства в Латинской Америке является Бразилия, а именно 450 МВт [4].

В отношении Соединенных Штатов Америки, то согласно данным Американской биогазовой ассоциации, в стране установлено более 2100 биогазовых установок, эксплуатируемых на животноводческих предприятиях, полигонах твердых бытовых отходов и станциях очистки сточных вод. В Европе 75 % производства биогаза происходит благодаря утилизации и энергетическом превращению сельскохозяйственных отходов и остатков, навоза и энергетических культур, 17 % биогаза производится на свалках и до 8 % на очистных сооружениях сточных вод. Наибольшее количество биогаза производят установки сельскохозяйственного типа в Германии, Чехии, Италии и Франции; на свалках – в Великобритании, Испании, Италии и Франции; из стоков сточных вод – в Швеции, Литве и Польше [5].

В настоящее время на территории Беларуси функционирует 20 биогазовых установок. Шесть установок работают на свалочном газе. На данный момент введена в эксплуатацию самая мощная в Беларуси вторая по мощности в Европе биогазовая установка в СПК «Рассвет» Могилевской области (субстрат животноводческие отходы, кукурузный силос). Её мощность составляет 4,8 МВт, в то время как мощность самого крупного биогазового комплекса в Пенкуне (Германия) составляет 20 МВт. По данным кафедры энергоэффективных технологий МГЭУ им. А.Д. Сахарова, биогазовый потенциал Республики Беларусь (РБ) составляет 4,1 млрд. м<sup>3</sup>

биогаза, что эквивалентно 800 МВт электрической мощности. [6] Использование энергopotенциала отходов сельскохозяйственного производства страны позволило бы обеспечить экономию 3,87 млн. т у.т. в год. Сельское хозяйство Беларуси ежегодно дает 32 млн. м<sup>3</sup> стоков, которые необходимо утилизировать.

Произведенный биогаз замещает значительные объемы ископаемых топлив. В современных условиях развития производства – это является приоритетной стратегией. Энергия, заключенная в 1 м<sup>3</sup> биогаза, эквивалентна энергии 0,6 м<sup>3</sup> природного газа или 0,74 л нефти, или 0,65 л дизельного топлива, или 0,48 л бензина [7].

Использование биогазовых установок связано с положительными факторами, такими как: 1) биогазовое производство позволяет решить проблему утилизации остатков производства и получить дополнительные энергетические источники из этих остатков. 2) универсальность биогазового производства связана с тем, что станции способны энергетически преобразовывать, утилизировать практически все органические отходы. 3) стабильность энергоносителя. Энергия из биогаза может обеспечиваться постоянно. Это позволяет не только производить электрическую, тепловую энергию, биометан, но и покрывать пиковые нагрузки в сетях, где задействованы солнечная и ветровая генерация. 4) расходы на энергию составляют основную часть себестоимости продукции агропредприятий. Уже с первого года эксплуатации биогазового комплекса значительно сокращаются затраты, что высвобождает средства для модернизации и развития и повышает конкурентоспособность продукции.

Наиболее значимым недостатком биогазовой энергетики являются значительные капитальные затраты в расчете на единицу мощности. Стоимость 1 кВт установленной электрической мощности биогазовой станции колеблется от 2 до 4 тыс. евро в зависимости от размера станции и вида сырья. Установки большой мощности (от 10 МВт), работающие на наиболее выгодных видах отходов (например, сахарном жоме, отходах пищевой промышленности с высоким содержанием жиров) обходятся менее чем в 2 тыс. евро за 1 кВт. Малые установки (менее 1 МВт), использующие нерентабельные виды отходов (например, навоз КРС) могут стоить более 5 тыс. евро за кВт. Средний уровень капитальных затрат большинства биогазовых проектов мощностью от 2 до 5 МВт находится в пределах 4 тыс. евро за 1 кВт. [7]

Первый, классический и наиболее используемый в Европе и в мире вид биогаза – это эксплуатация биогазовой установки для обеспечения мощностей комбинированных теплоэлектростанций: производимая электрическая энергия подается в сеть, а тепловая – используется для обеспечения собственных нужд предприятия и подается внешним

потребителям. Применение тепловой энергии из биогаза позволяет значительно повысить доходность биогазовых установок.

Доочистка биогаза и производство биометана открывает вторую возможность для использования биогаза и замещения ископаемого топлива в транспортном секторе, улучшая экономику биогазовых станций. Технологические усовершенствования доочистки биогаза в биометан способствуют снижению энергетической емкости и повышению эффективности расходов, что может сделать расходы на биометан конкурентоспособными использованию ископаемого топлива в транспортном секторе.

И третий, важный подход, заключается в использовании потенциала биогаза с целью балансировки энергетической системы, то есть в создании системы гибридного гибкого производства электрической энергии и биометана из биогаза. Этот подход позволяет интегрировать более высокие доли переменных возобновляемых источников энергии, как солнечная и энергия ветра, в электрическую систему. Гибкие системы биогазового производства разрабатывают во всем мире путем объединения биогазовых станций с солнечной и ветровой энергетикой для балансировки энергосистем.

Следует отметить также, что эксплуатация биогазовых станций позволяет уменьшить выбросы парниковых газов (углекислый газ, метан, аммиак), а внесение биоудобрений после биогазового производства способствует постепенному восстановлению плодородного слоя почвы.

### **Список использованной литературы**

1. Bulkowska K. Optimization of anaerobic digestion of a mixture of *Zea mays* and *Miscanthus sacchariflorus* silages with various pig manure dosages // *Bioresource technology*. V. 125. Pages 208–16.
2. Dreher Teal M. Effects of chlortetracycline amended feed on anaerobic sequencing batch reactor performance of swine manure digestion // *Bioresource technology*. V. 125. Pages 65–74.
3. European Biogas Association [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://european-biogas.eu>. – Дата доступа 26.04.2022.
4. Navigant research. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.navi-gantresearch.com>. – Дата доступа: 29.04.2022.
5. Triolo Jin M. Biochemical methane potential and anaerobic biodegradability of non-herbaceous and herbaceous phytomass in biogas production // *Bioresource technology*. V. 125. Pages 226–32.
6. Завтрашний день биогазовых технологий. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://belagromech.by>. – Дата доступа: 04.05.2022.
7. Энергоэффективность // Ежемесячный научно-практический журнал. – 2019 – №6. – С. 11–20.