

УДК 662.767.2(575.2)
DOI: 10.36979/1694-500X-2024-24-12-77-81

ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ БИОГАЗОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ В КЫРГЫЗСТАНЕ

Н.К. Кадыралиева

Аннотация. Рассматривается экологически чистый альтернативный источник энергии – биогаз. Он способен полностью или частично заменить дорогостоящее органическое топливо (газ, уголь); снизить техногенное воздействие на окружающую среду. Биогазовая технология может быть использована для переработки многих видов органических отходов, навоза, сточных вод, отходов сельскохозяйственных культур и производства, улучшая экологическую обстановку местности. Благоприятные природно-климатические условия Кыргызстана, обладающей большими территориями и биоресурсами, позволяют получать хорошие результаты для применения биогазовых установок.

Ключевые слова: биогазовая технология; биосырье; биогаз; альтернативный источник энергии.

КЫРГЫЗСТАНДАГЫ БИОГАЗ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫН ӨНУГҮҮ КЕЛЕЧЕГИ

Н.К. Кадыралиева

Аннотация. Макалада энергиянын экологиялык жактан таза альтернативдүү булагы - биогаз каралат. Ал кымбат баалуу органикалык отундарды (газ, көмүр) толук же жарым-жартылай алмаштырууга жөндөмдүү; айлана-чөйрөгө техногендик таасирин азайтуу. Биогаз технологиясы органикалык калдыктардын, кыктын, саркынды суулардын, айыл чарба өсүмдүктөрүнүн калдыктарынын жана өндүрүштүн көптөгөн түрлөрүн кайра иштетүү үчүн колдонулушу мүмкүн, бул аймактын экологиялык абалын жакшыртат. Ири аймактары жана биологиялык ресурстары бар Кыргызстандын жагымдуу жаратылыш-климаттык шарттары биогаз станцияларын пайдаланууда жакшы натыйжаларды алууга мүмкүндүк берет.

Түйүндүү сөздөр: биогаз технологиясы; биосырье; биогаз; альтернативдик энергия булагы.

THE PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF BIOGAS TECHNOLOGY IN KYRGYZSTAN

N.K. Kadyralieva

Abstract. The article discusses an environmentally friendly alternative energy source - biogas. It can completely or partially replace expensive organic fuels (gas, coal); reducing the man-made impact on the environment. Biogas technology can be used to process many types of organic waste, manure, wastewater, agricultural waste and industrial waste, improving the environmental situation of the area. Favorable natural and climatic conditions of the Republic of Kyrgyzstan, which has large territories and bioresources, allow obtaining good results using a biogas plant.

Keywords: biogas technology; bioraw materials; biogas; alternative energy source.

Истощение запасов традиционных энергоресурсов, рост цен на них и обострение экологических проблем обусловили глобальный интерес к разработке и использованию биогазовой технологии для получения механической, тепловой, электрической энергии, а также биоудобрений. Биогазовая технология может быть использована для переработки многих видов органических отходов: навоза, сточных вод, отходов сельскохозяйственных культур и производства, способствуя улучшению экологической обстановки окружающей среды. Тот факт, что животные неполно усваивают энергию растительных кормов и более половины этой энергии уходит в виде навоза, позволяет рассматривать последний не только как ценное сырье для органических удобрений, но и как мощный возобновляемый источник энергии.

Актуальность темы. Уровень развития сельскохозяйственного производства, которое является основой экономики Кыргызской Республики, отстает от роста потребностей населения из-за слабой энергетической базы. Естественным выходом из создавшейся ситуации в стране может стать эффективное использование биогазовой технологии для получения механической и электрической энергии, а также биоудобрений.

Использование данной технологии в Кыргызстане имеет хорошие перспективы, поскольку республика обладает огромным поголовьем крупного и мелкого рогатого скота, имеет благоприятный климат со средней годовой температурой +27 °С и достаточным количеством осадков на основной его территории.

В этой связи, весьма актуальной проблемой для Кыргызстана является оптимизация получения и использования биогаза и органических удобрений на основе переработки отходов животноводства, птицеводства, растениеводства, пищевой промышленности и бытовых стоков, а также разработка прогрессивных биогазовых технологий и оборудования для энергетических установок с ДВС, работающих на биогазе.

Цель исследования – улучшение показателей технологии использования и утилизации биогаза из отходов сельскохозяйственного производства, животноводства и бытовых стоков в механическую энергию и биоудобрения с учетом специфики этих производств в республике.

Объектами исследований являются: технологический процесс получения, очистки и утилизации биогаза из отходов сельскохозяйственных культур, животноводства и бытовых отходов в механическую энергию и биоудобрения применительно к условиям Кыргызстана.

В работе использованы теоретические и экспериментальные методы исследования на основе математического моделирования и анализа поведения объекта исследования – обогатителя биогаза. Синтезированы требования к составу биогаза и методам управления технологическим процессом очистки и обогащения биогаза.

Одним из путей рациональной утилизации навоза и других органических отходов является их анаэробное сбраживание, что обеспечивает обезвреживание и сохранение их как органического удобрения при одновременном получении биогаза.

Одним из перспективных видов альтернативного моторного топлива, производимого из местного биосырья, является биогаз, индустрия которого получила распространение за короткий промежуток времени во многих странах мира. Если в 1980-х годах в мире насчитывалось около 8 млн установок для получения биогаза суммарной мощностью в 1,7–2 млрд м³ в год, то в настоящее время данные показатели соответствуют производительности только одной страны – Китая.

Пионером коммерческого использования производств для получения биогаза является Дания. Суммарная годовая энергетическая мощность производителей биогаза Дании, получаемого из всех источников, в настоящее время составляет от 4 до 6–1015 Дж, а к 2008 г. планировалось ее дальнейшее увеличение до 8–1015 Дж. В Дании эксплуатируется 18 биогазовых заводов, способных ежегодно обрабатывать 1,2 млн тонн биомассы, 75 % отходов животноводства и 25 % – других органических отходов, производя до 45 млн м биогаза, что эквивалентно 24 млн м природного газа.

В США работают более десяти крупных биогазовых заводов, один из которых подает вырабатываемый биогаз в газораспределительную сеть Чикаго. Широкое распространение получили и установки для использования отходов на небольших скотоводческих фермах с поголовьем до 150 единиц крупного рогатого скота.

В фермерских хозяйствах Европы и Канады распространены установки производительностью до 100–200 м биогаза, что обеспечивает хозяйство тепловой энергией летом на 100 %, а зимой – на 30–50 %. Большое количество биогаза производится также и при переработке твердых бытовых отходов городов: в США – $9 \cdot 10^{15}$ Дж, в Германии – $14 \cdot 10^{15}$ Дж, в Японии – $6 \cdot 10^{15}$ Дж, а в Швеции – $5 \cdot 10^{15}$ Дж [1, 2].

В Китае эксплуатируется более 5 млн семейных биогазовых реакторов, ежегодно производящих 1,3 млн м биогаза, что обеспечивает газом для бытовых нужд свыше 35 млн человек. Действует 24 000 биогазовых очистительных сооружений для обработки отходов городов; работает около 190 биогазовых электростанций с ежегодным производством 109 Вт·ч.

Биогазовая продукция Китая оценивается в 33–1015 Дж. Теплотворная способность биогаза оставляет 22.29 МДж/м, 1 м его эквивалентен 0,7–0,8 кг условного топлива. В результате брожения из 1 т органического вещества (по сухой массе) получается 350.600 м³ биогаза, при этом КПД превращения энергии органических веществ в биогазе составляет 80–90 % [3–5].

В Индии действует около 5–6 тыс. установок, дающих от 2 до 400 м³ биогаза в сутки. Национальная программа Индии по развитию биогазовых технологий включает в себя обеспечение чистой энергией процессы отопления и приготовления пищи, получение органических удобрений и повышение эффективности сельскохозяйственного производства.

В странах Средней Азии, и, в частности в Кыргызстане, также происходит увеличение объема использования биогаза для выработки электроэнергии и производства тепла для приготовления пищи и т. д.

В процессе переработки органических отходов в биогазовых установках получают два основных продукта – биоудобрение и биогаз, которые можно использовать в сельскохозяйственном производстве и в быту.

Биогаз – это смесь из 50–80 % метана CH_4 , 20–50 % углекислого газа CO_2 , 1 % сероводорода (H_2S) и незначительных следов азота N_2 , кислорода O_2 , и водорода H_2 , а также продуктов метанового брожения органических веществ растительного и животного происхождения, осуществляемого специфическим природным биоценозом анаэробных бактерий различных физиологических групп. Энергия, заключенная в 1 м³ биогаза (20–25 МДж), эквивалентна энергии 0.6 м природного газа, 0.74 л нефти или 0.66 л дизельного топлива. Соотношение CH_4 и CO_2 зависит от исходного субстрата и характеристики процесса брожения (температуры, времени пребывания массы в реакторе и загрузки его рабочего пространства).

Эффективность использования биогаза составляет 55 % для газовых плит, и от 24 % – для двигателей внутреннего сгорания. Наиболее эффективный путь использования биогаза – это комбинация тепловой и электрической энергии, при которой можно достичь до 88 % эффективного КПД, что является лучшим видом использования биогаза для крестьянских ферм и отдельных хозяйств [6].

По своему химическому составу биогаз напоминает природный газ и может быть применен в автотракторных двигателях внутреннего сгорания. По данным шведских и швейцарских ученых, биогаз может использоваться в ДВС, так как по экологическим характеристикам он на 75 % чище дизельного топлива и на 50 % чище бензина. Токсичность биогаза для человека на 60 % ниже традиционного топлива. Продукты его сгорания практически не содержат канцерогенных веществ. Влияние отработавших газов двигателей, работающих на биогазе, на разрушение озонового слоя на 60–80 % ниже, чем у нефтяных видов топлива [7].

Однако следует отметить, что создание ДВС, работающих на газе с такой низкой теплотой сгорания как у биогаза, представляет определенные трудности. Они обусловлены необходимостью

сохранения мощности и экономичности работы базового двигателя на эксплуатационных режимах, сохранения его надежности, обеспечения устойчивости на всех режимах, минимальных конструктивных доработок базового двигателя и т. д. В этой связи целесообразнее использовать не биогаз, а получаемый из него биометан. Для этого из биогаза удаляют CO_2 , водяной пар, сероводород и другие примеси. Очистка биогаза от двуокиси углерода (CO_2) может производиться различными способами. К наиболее распространенным методам относятся: промывка газов через жидкие поглотители (например, воду), вымораживание, адсорбция при низких температурах, после чего полученный газ имеет практически однородный состав, содержащий 90.97 % CH_4 с теплотой сгорания 35.40 МДж/м³ [8–10].

Переработанные в биогазовых реакторах органические отходы превращаются в ценные биоудобрения, которые содержат значительное количество питательных веществ, и могут быть использованы в качестве органических удобрений и кормовых добавок. Образующиеся при сбраживании гумусные материалы улучшают физические свойства почвы, а минеральные вещества служат источником энергии и питанием для деятельности почвенных микроорганизмов, что способствует повышению усвоения питательных веществ растениями. Основное преимущество биоудобрения заключается в сохранении легко усваиваемой формы практически всего азота и других питательных веществ, содержащихся в исходном сырье [11].

Выводы. Благоприятные природно-климатические условия Кыргызстана, который обладает значительными территориями и биоресурсами, способствуют более широкому использованию биогазовых установок.

Разработаны алгоритм и программа расчета обогатителя для очистки биогаза от углекислого газа CO_2 , что обеспечивает эффективное управление процессом до требуемой концентрации посредством изменения в обогатителе давления, температуры, расходов биогаза и воды, а также концентрации в них углекислого газа.

Предложено уравнение, связывающее между собой долю насыщенной жидкости на входе с изменением объёмной концентрации CO_2 в биогазе при различных режимах работы обогатителя, на основании которого исследовано влияние основных факторов, наибольшую значимость из которых имеют концентрация CO_2 в жидкости на входе в обогатитель и рабочая температура. Максимальное повышение концентрации метана в биогазе при обогащении за один цикл достигает от 60 до 90 %.

Для обеспечения эффективного использования биогаза для бытовых целей без существенной переделки тепловых агрегатов целесообразно повысить концентрацию метана в биогазе до 90 %.

Поступила: 14.11.24; рецензирована: 28.11.24; принята: 29.11.24.

Литература

1. Кириллов Н.Г. Альтернативные виды моторного топлива из биосырья для с/х автотракторной техники / Н.Г. Кириллов // Достижения науки и техники в АПК. 2002. № 2. С. 11–15.
2. Schumacher L.G. Heavy-Duty Engine Exhaust Emission Tests Using Methyl Ester Soybean Oil/Diesel Fuel Blends / L.G. Schumacher, S.C. Borgelt, D. Fosseen, W. Goetz and W.G. Hires // Bioresource Technology. 1996. № 57. Pp. 31–36. URL: [https://doi.org/10.1016/0960-8524\(96\)00043-0](https://doi.org/10.1016/0960-8524(96)00043-0).
3. Ибрагим Ахмед Руфай. Использование вторичного тепла автономных энергоустановок для анаэробной переработки навоза: дис. ... канд. техн. наук / Ибрагим Ахмед Руфай. М.: ФГОУ ВПО ун-та МСХА им. К.А. Тимирязева, 2006. 140 с.
4. Мамедова М.Д. Транспортные двигатели на газе / М.Д. Мамедова, Ю.Н. Васильев. М.: Машиностроение, 1994. 224 с.
5. Баадер В. Биогаз. Теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер; пер. с нем. и предисл. М.И. Серебряного. М.: КОЛОС, 1982. 140 с.
6. Чумаков В.Л. Эффективное использование продуктов анаэробного сбраживания навоза / В.Л. Чумаков, Имад С.С. Белаль // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. Горячкина. Агроинженерия. 2007. № 3(23). С. 72–77.
7. Кривов Н. На чем поедим в XXI веке? Альтернативные моторные топлива / Н. Кривов // Энергетика и промышленность России. 2002. № 3. С. 52.

8. *Гелатуха Г.Г.* Концепция развития биоэнергетики в Украине / Г.Г. Гелатуха, Т.А. Железная, З.А. Маценюк // *Промышленность и техника*. 1999. Т. 21. №. 6. С. 94–102.
9. *Панцхава Е.С.* Биогазовые технологии: радикальное решение проблем экологии, энергетики и агрохимии / Е.С. Панцхава // *Теплоэнергетика*. 1994. № 34. С. 36–42.
10. CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Energy and Biomass Engineering, vol. V, LCCN98-93767, ISBN0-929355-97-0 Published by ASAE 1999. Pp. 140–160.
11. *Насоновский М.Л.* Надежность двигателя внутреннего сгорания при использовании альтернативных видов топлив / М.Л. Насоновский, В.И. Савченко, П.А. Митрохин // *Сб. науч. тр. МГАУ им. В.П. Горячкина / под ред. Г.М. Кутькова. М., 1999. С. 52–59.*