

Д.Н. Есенжол¹, М. Абдирова², Б.Т. Бахтияр³

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан

³Казахский аграрно-технический университет имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

E-mail: esenzhold@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ БИОГАЗА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОТРАСЛЯХ

Аннотация. Основной целью, которой необходимо определиться в сельском хозяйстве это переработка растительного отхода и навоза. В статье рассматривается возможность получения биоэнергии из сельскохозяйственных отходов. Основная идея научной работы, представляет из себя, разработку экспериментального энергетического комплекса для выработки тепловой энергии из растительного отхода и навоза в животноводстве, которая состоит из блока выработки биотоплива, блока для синтеза биогаза, а также теплового генератора, которая предназначена для нового типа водогрейного котла для производства тепловой энергии.

Использование биотоплива и разработка топливно-энергетического комплекса представляет из себя максимально продуктивным и может устранить много важных задач в энергетической промышленности, на примере, вопросов по сельскохозяйственным отходам, дешевая нетто-стоимость выработки электрической и тепловой энергии. А также повышение социально-экономической ситуации в сельскохозяйственной области. Сбор растительных отходов и навоза после анаэробной обработки применяется в роле удобрения, после которых минимум выбросов CO₂ и NO₂.

Ключевые слова. Биогаз, биогазовые установки, сельскохозяйственные отходы, биогазовая технология, тепловой генератор

Введение

Биогаз производится путем анаэробной (бескислородной) ферментации биомассы. Биомасса включает отходы мусорных свалок, навоз домашнего скота, сельскохозяйственные отходы, отходы скотобоен и некоторые сельскохозяйственные культуры, такие как масличный рапс. В результате ферментации биомасса расщепляется гидролизными, кислотообразующими и метаногенными бактериями. Газы состоят из 55-65% метана, 35-45% углекислого газа и около 1% водорода и сероводорода. Возобновляемые источники энергии смещают лидерство в электроэнергетическом секторе Европейского союза, становясь крупнейшим производителем электроэнергии: ожидается, что к 2020 году впервые поставки электроэнергии из возобновляемых источников превысят поставки электроэнергии из ископаемых видов топлива в 27 странах-членах ЕС. Доля угля, газа и нефти снизилась до 37%, в то время как на долю ветра, солнца, гидроэнергии и биомассы приходится 38% от общего объема производства электроэнергии в ЕС, при этом рост производства составит 10%.

Использование биогазовых установок связано со следующими положительными факторами [3]:

- а) биогаз может использоваться в качестве топлива для работы блочной ТЭЦ;
- б) полученное тепло используется для нужд самой биогазовой установки, а также в системах теплоснабжения;
- в) переработанный субстрат является ценным удобрением, богатым азотом, фосфором, калием и питательными микроэлементами;

d) биогазовые установки могут играть роль очистительных сооружений на фермах, фабриках и заводах, имеющих органические отходы, что улучшает санитарно-гигиенические аспекты;

e) производство биогаза позволяет предотвратить выбросы метана в атмосферу;

f) биогаз после предварительной обработки может применяться в качестве топлива для автомобилей, работающих на газе.

Следует отметить, что практическое применение биогазовой технологии предполагает решение многих проблем, причем не только в химическом, биологическом и техническом аспектах, но и в логистике поставок биоотходов и утилизации полученной энергии. Поэтому эффективность биогазовой технологии во многом зависит от знания существующих проблем и возможных путей их решения (рисунок 1).

Биогазовые технологии уже получили широкое распространение в Европе, США, Китае, Бразилии и некоторых других странах. По данным Европейской биогазовой ассоциации, на начало 2016 года в Европейском союзе насчитывалось 17376 биогазовых установок. Было подсчитано, что за год они производят количество биогаза, за счет которого можно выработать 60,6 ТВт·ч электроэнергии, что достаточно для обеспечения электроэнергией 14 миллионов домашних хозяйств [4].

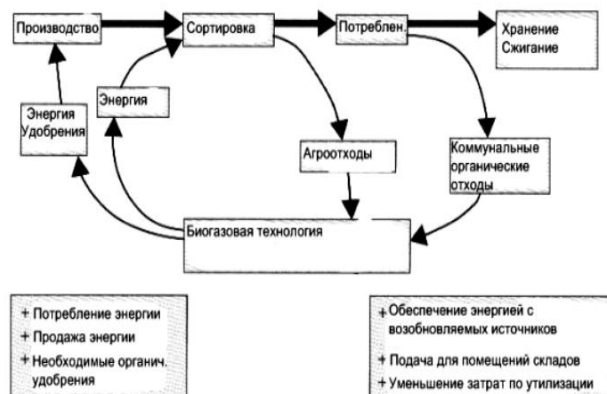


Рисунок 1- Биотехнологии в круговороте веществ

Согласно исследованиям, проведенным Pike Reseach, мировое производство биогаза к 2022 году составит 407 ТВт·ч в пересчете на тепловую энергию (рисунок 2) [5].

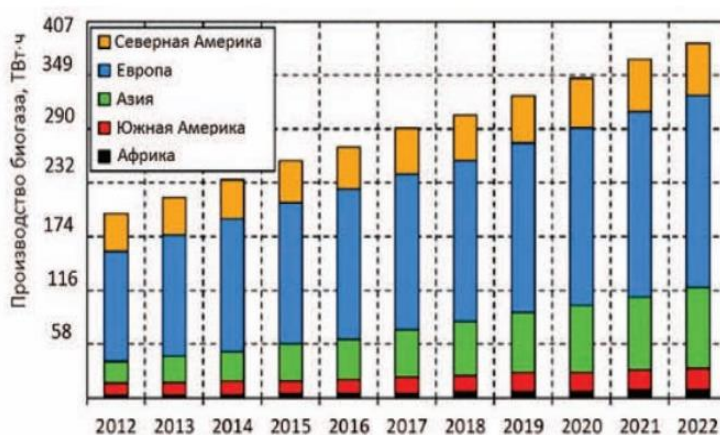


Рисунок 2 – Прогноз развитие биогазовой отрасли в мире

Для обеспечения энергетической безопасности в Республике Казахстан основное внимание уделяется возобновляемым источникам энергии (ВИЭ). В настоящее время

Казахстан обратился к развитию возобновляемых и альтернативных источников энергии. По поручению Президента Республики Казахстан доля ВИЭ в общем объеме производства электроэнергии в стране к 2030 году должна составить не менее 15%. С этой целью Правительство Республики Казахстан разработало энергетический баланс до 2035 года, а также разрабатывает Стратегию Казахстана по достижению углеродной нейтральности к 2060 году [6].

Экономика Казахстана является одной из ведущих агроиндустриальных стран Центральной Азии, где в результате крупномасштабного выращивания сельскохозяйственных культур образуется большое количество сельскохозяйственных отходов. Большая часть сельскохозяйственных отходов используется в качестве мульчи для почвы, удобрений, корма для животных и подстилки для скота. Однако значительная часть отходов все еще остается неиспользованной. Поэтому ожидается, что отходы будут перерабатываться в биоэнергию, которая может быть использована для отопления, приготовления пищи и выработки электроэнергии.

В Казахстане нет рынка для переработки сельскохозяйственных отходов в тепловую энергию, за исключением нескольких котлов, работающих на биомассе, которые были введены в эксплуатацию в течение последних двух лет. Однако интеграция возобновляемых источников энергии в энергобаланс рассматривается как важный элемент реализации стратегии "зеленой" экономики Казахстана.

Преобразование неиспользуемых сельскохозяйственных отходов в энергию может сыграть важную роль в увеличении доли возобновляемых источников энергии. Таким образом, будущее возобновляемой тепловой энергии из сельскохозяйственных отходов весьма перспективно. Технология биогаза является важным элементом в ряду мер по решению вышеуказанных проблем и обеспечению предсказуемого развития биоэнергетики.

Анализ внедрения биогазовой технологии на уровне национальных программ и отдельных хозяйств показывает, что это внедрение преследует следующие задачи:

- 1) Производство дешевой энергии (индивидуальный и национальный уровень).
- 2) Повышение урожайности сельскохозяйственных культур за счет использования биоудобрений (индивидуальный и национальный уровень).
- 3) "Рассматривая последствия применения биогазовой технологии в энергетическом секторе, необходимо учитывать, что производство биогаза обеспечивает экономию ископаемых источников энергии в стране.
- 4) Использование биоудобрений повышает продуктивность сельскохозяйственных земель.
- 5) Использование биогаза снижает затраты на производство сельскохозяйственной продукции.
- 6) Использование биогаза вместо традиционных источников энергии, таких как парафин и дрова, поддерживает экологический баланс и увеличивает чистую выгоду за счет стоимости сохраненного леса.
- 7) Цена энергии, произведенной из биогаза, конкурирует с рыночными ценами на энергию и топливо, является стабильной, децентрализованной и независимой от рыночных цен.
- 8) Децентрализованное производство энергии обеспечивает безопасность энергосистемы, снижает потери в энергосистеме и затраты на строительство линий энергоснабжения и коммуникаций.
- 9) Децентрализованные биогазовые системы в сельской местности повышают занятость и уменьшают разницу в доходах между различными группами населения в разных регионах страны.

На макроэкономическом уровне эти эффекты очень велики и становятся очевидными при широком распространении биогазовой технологии.

Таким образом, внедрение биогазовой технологии оказывает положительное влияние на энергетику, сельское хозяйство, окружающую среду, здравоохранение и занятость в стране.

Материалы и методы.

Методологической базой являются общенаучные методы сравнения, аналогии, анализа и синтеза, патентный поиск, математический анализа, системный анализ, экспертные оценки и прогнозирование.

Результаты

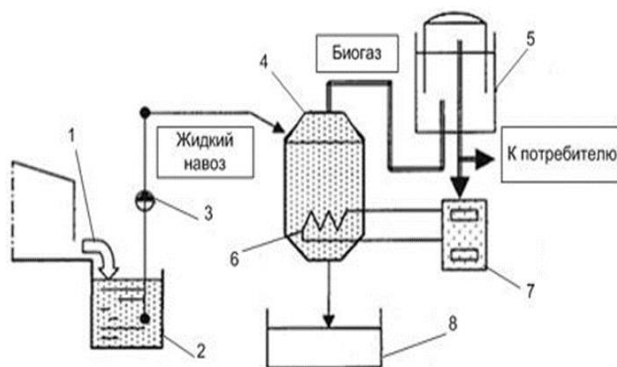
Биогазовые установки - это комплексное решение для производства тепла, электроэнергии и удобрений с использованием отходов пищевой и сельскохозяйственной промышленности. Производство метана в биогазовых установках - это реализация биологического процесса.

Общая схема биогазовой установки показана на рисунке 1.

Биоэнергетические установки могут получить выгоду от строительства:

- 1) Сельскохозяйственные операторы: свинофермы, фермы крупного рогатого скота, птицефермы, растениеводческие хозяйства.
- 2) Перерабатывающие предприятия: пивоварни, ликеро-водочные заводы, сахарные заводы, мясокомбинаты, молочные заводы, пекарни, рыбные заводы, заводы по переработке соков.
- 3) Тепличные хозяйства.
- 4) Коммунальные службы и станции очистки сточных вод.

Биогазовые установки могут значительно сократить расходы фермы за счет переработки отходов и вторичного использования. Нет необходимости строить навозохранилища. Это экономит деньги, позволяет избежать штрафов за загрязнение грунтовых вод и лучше использовать освободившиеся земли. Общая схема биогазового оборудования показана на рисунке 3.



- 1- источник органической биомассы; 2- резервуар для хранения биомассы; 3-насос; 4- метантанк; 5- газгольдер; 6-теплообменник; 7-котел; 8- хранилище удобрения.

Рисунок 3 - Обобщенная схема биогазовой установки

Подготовка режима обработки органических отходов в биогаз

Отличают три цикла обработки органических отходов в биогаз :

– психофильный режим: температура в биогазовой установке находится в диапазоне от +5°C до +20°C. При таких условиях процесс разложения идет медленно, производство газа низкое и качество низкое.

– мезофильный режим: это температура от +30 °C до +40 °C. В этом случае аэробные бактерии активно растут. Образуется больше газа, а процесс переработки занимает меньше времени (10-20 дней);

– термофильный режим: Бактерии растут при температуре выше 50°C. Процесс протекает быстрее (всего 3-5 дней). Самый высокий выход газа (при идеальных условиях из 1 кг навоза можно получить до 4,5 л газа). Большинство справочных таблиц по выходу газа при сбраживании рассчитаны с использованием этого метода. Поэтому, если используются другие методы, они должны быть скорректированы в сторону уменьшения.

Наиболее сложным аспектом биогазовой установки является термофильный режим. Это требует хорошей изоляции, систем отопления и контроля температуры в биогазовой установке. Однако при этом производится максимальное количество биогаза. Еще одной особенностью термофильной обработки является то, что дозаправка невозможна. В двух режимах обработки - психрофильный и мезофильный - можно добавлять новый биогаз каждый день. В то же время, благодаря более короткому времени обработки в термофильном режиме, биореактор может быть разделен на зоны, и сырье может обрабатываться в каждой зоне с разным временем подачи.

В мезофильных и термофильных зонах также требуется система обогрева биореактора - для достижения необходимой площади. Для этого обычно используется газовый котел, работающий на промышленном топливе. От котла до биореактора необходимо проложить трубопровод. Для этого трубопровода обычно используются полимерные трубы, которые могут выдерживать высоко агрессивные среды. Биогазовые установки также требуют наличия системы для смешивания сырья. Во время ферментации в верхней части образуется твердая корка, а более тяжелые частицы оседают внизу. В результате нарушается процесс газификации. Мешалки, механические или ручные, необходимы для поддержания однородности массы в процессе. Мешалка может управляться таймером или приводиться в действие вручную. Все это зависит от способа производства биогаза. Автоматизированные системы дороже в установке, но требуют минимального внимания при эксплуатации.

Биореактор является основой биогазовой установки, в которой формируется процесс брожения. В процессе брожения в биореакторе накапливается преобразованный газ. А также имеется бункер загрузки и выгрузки. Преобразованный газ выводится через установленной в верхней части по трубопроводу. В данной установке рассчитана система доработки газа, которая включает процессы очистки и повышение давления в газовой магистрали до рабочего.

Применение данного оборудования позволит быстро избавиться от отходов различных видов, в том числе, птичьего помета, перерабатывать останки трав, таких как: перезимовавший силос, ботву пищевых культур и т.п. А также лучше перерабатывать растительные отходы и навозы в скотобойнях и птицефабриках. Скорость переработки биологических отходов и газа зависит от плотности перерабатываемых материалов, а также их количества.



Рисунок 4 – Классификация биогазовых технологий

Выход биогаза зависит от типа используемого сырья. Например, 1 тонна навоза крупного рогатого скота производит 50-65 кубометров биогаза, а различные типы энергетических установок производят 100-500 кубометров биогаза.

Применение микробиологически разложившихся органических веществ в биогазовых установках повышает плодородие почвы и улучшает урожайность различных культур на 10-50%.

Из одного куба метра биогаза при сжигании в данной установке, предназначенного для комбинированного производства электроэнергии и тепла, вероятность добычи электроэнергии 2 кВт\ч.

Необходимо отметить, что биогазовые оборудование проектируются очень просто. Текущие модели полностью автоматизированы и требуют минимального контроля со стороны человека. Таким образом, текущие биогазовые оборудования состоят из:

1) Переходная емкость, в которую поступает сырье для нагрева в начале обработки.

2) Смеситель, используемый для тонкого измельчения крупных частиц травы и удобрений.

3) Газовые резервуары (газгольдеры) для хранения получаемого газа, необходимого для поддержания запаса и давления в системе.

4) Биореактор: самая важная часть биогазовой установки, где сырье ферментируется для получения газа.

5) Газовая система. Набор труб и шлангов, по которым подается и отводится производимый газ.

6) Сепаратор: разделяет переработанное сырье на твердые и жидкие удобрения.

7) Насосы для перекачки сырья и воды.

8) Оборудование для измерения и контроля давления в реакторе и температуры греющей жидкости.

9) Когенерационные станции, используемые для распределения производимого газа.

10) Аварийные горелки для выпуска избыточного газа из реактора и газгольдеры, необходимые для поддержания заданного давления.

Применение биотоплива и создание топливно- энергетического комплекса является наиболее эффективным и имеет возможность решить ряд значительных проблем в секторе энергетики, такие как решение проблем сельскохозяйственных отходов, низкая стоимость производства тепловой и электрической энергии, улучшение социально-экономических условий сельского населения, смесь отходов после анаэробной обработки применяется в роле удобрения, после которых минимум выбросов CO₂ и NO₂.

Способ отопления будет производиться путем водогрейного котла. После водогрейный котел будет подводить горячую воду на биогазовое оборудование. Биогаз формируется из растительных отходов и навоза. Использование актуальных альтернативных источников энергии является основным процессом данного энергетического комплекса.

Заключение.

Разработка биогазовой установки по переработке сельскохозяйственной отходов и комплекса с новыми типом водогрейными котлами для промышленного производства биогаза имеет большой потенциал и актуально в Казахстане.

Из вышеуказанного можно сделать вывод.

1. Биогаз-самый распространенный в мире возобновляемый источник энергии по объему генерации.

2.Технология биогазовых установок работает даже в северных регионах с холодным климатом.

3.Очень обширный список сырья, пригодного для производства.

4. При строительстве энергетического комплекса сроки и окупаемость строительства, а также объем вложенных в них капитальных вложений значительно ниже, чем на объектах централизованного отопления и электроэнергетики.

5. В Казахстане имеются предпосылки развития биогазовой установки как объектов энергетики.

6. Развитие возобновляемых источников энергии – приоритетное направление государственной энергетической политики в Казахстане.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ulyana Gromova. "Biogas is an alternative fuel of the future." [electronic resource]. – Access mode: URL: <https://www.solidwaste.ru/publ/view/581.html>

[2] Andrey Gurkov. Renewable energy sources have become the main source of electricity in the EU. [Electronic resource]. – Access mode: URL: <https://www.dw.com/ru/vije-teper-glavnyj-istochnik-jelektrichestva-v-es/a-56339064> – Date available: 25.01.2021.

[3] Velichko V.V., Kundas S.P. Efficiency and problems of using biogas technologies // Sakharov Readings 2015: environmental problems of the XXI century: materials of the 16th International Scientific Conference, May 19-20, 2016, Minsk, Republic of Belarus / edited by S.A. Maskevich, S.S. Poznyak, N.A. Iysukho. –Minsk: A.D. Sakharov Moscow State University, 2016. -266 p.

[4] European Biogas Association [Electronic resource]. – Access mode: URL: <http://european-biogas.eu> . – Access date:15.03.2017.

[5] Navigant research [Electronic resource]. – Access mode: URL: <http://www.navigantresearch.com> . – Access date: 20.10.2016.

[6] Polymetal will develop renewable energy sources in Kazakhstan. [electronic resource]. – Access mode: URL: <https://qazaqgreen.com/journal-qazaqgreen/industry-news/599> /// QazaqGreen, 2022. – № 3 (07). – Pp. 12-13. –

[7] Overview of Kazakhstan's transition to a "green" economy scenario by increasing the share of renewable energy sources in the energy balance - Conversion of agricultural waste into bio-thermal energy. [electronic resource]. – Mode доступа:URL:<https://www.unescap.org/sites/default/files/ReviewoftheKazakhstantransitiontotheGreenEconomyscenario-Convertingsagriculturalresiduestobio-heatRus.pdf>. Access date: 04.12.2019.

[8] Shilovoy E.P. Biogas plants. Biogas production. [electronic resource]. – Access mode: URL: <http://mcx-consult.ru/biogazovye-ustanovki.-proizvodstvo>

[9] Yuri Efimov. The production of biogas from local resources will solve many problems. [electronic resource]. – Access mode: URL: <http://www.gylmordasy.kz> . Access date: 13.02.2018.

[10] Biogas plant. The device and the principle of operation. [electronic resource]. – Access mode: URL: <http://yazemledelec.ru/zhivotnovodstvo/108-biogazovaya-ustanovka-ustrojstvo-i-printsip-raboty.html>

[11] Blagutina V.V. Bioresources // Chemistry and life – 2011. - No. 1. – pp.36-39.

Дина Есенжол, докторант, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, esenhold@mail.ru

Мухаббат Абдирова, PhD, аға оқытушы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан, muhabbatabdirova@mail.ru

Балжан Бахтияр, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана, Қазақстан, bahtyar.baljan@mail.ru

ЭНЕРГЕТИКА САЛАЛАРЫНДА БИОГАЗДЫ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа. Ауыл шаруашылығында шешілетін міндеттердің бірі-көң мен өсімдік қалдықтарын кәдеге жарату. Мақалада ауылшаруашылық қалдықтарынан биоэнергия алу мүмкіндігі қарастырылады. Жобаның мақсаты биомассадан немесе биоотын өндіру учаскесінен, биогазды синтездеуге арналған қондырғыдан, жылу генераторынан - жылу энергиясын өндіруге арналған су жылыту қазандығының жаңа түрінен тұратын мал шаруашылығы қалдықтарынан жылу энергиясын өндіруге арналған эксперименттік энергетикалық кешенді әзірлеу болып табылады.

Биоотынды қолдану және отын-энергетикалық кешенді құру ең тиімді болып табылады және энергетика саласындағы бірқатар маңызды мәселелерді шешуге мүмкіндік береді, мысалы, ауылшаруашылық қалдықтарын шешу, жылу және электр энергиясын өндірудің төмен құны, ауыл тұрғындарының әлеуметтік-экономикалық жағдайларын жақсарту, анаэробты өңдеуден кейінгі қалдықтар қоспасы тыңайтқыш ретінде пайдаланылуы мүмкін, парниктік шығарындылар аз газдар, CO₂ және NO₂.

Түйінді сөздер. Биогаз, биогаз қондырғылары, ауыл шаруашылығы қалдықтары, биогаз технологиясы, жылу генераторы

Dina Esenzhol, doctoral student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, esenzhold@mail.ru

Mukhabbat Abdirova, PhD, senior lecturer, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan, muhabatabdirova@mail.ru

Balzhan Bakhtiyar, candidate of technical sciences, associate professor, S.Seifullin Kazakh Agro Technical University, Astana, Kazakhstan, bahtyar.baljan@mail.ru

APPLICATION OF BIOGAS IN ENERGY INDUSTRIES

Abstract. One of the tasks that has to be solved in agriculture is the disposal of manure and plant waste. The article discusses the possibility of obtaining bioenergy from agricultural waste. The aim of the project is to implement a research energy complex, the thermal energy of which will be generated from biomass or animal waste. This energy complex will consist of a biofuel processing unit, a biogas synthesis unit, an improved heat generator, as well as a hot water boiler designed to generate thermal energy.

The use of biofuels and the creation of a fuel and energy complex is the most efficient and has the ability to solve a number of significant problems in the energy sector, such as solving problems of agricultural waste, low cost of heat and electricity production, improving the socio-economic conditions of the rural population, a mixture of waste after anaerobic treatment can be used as fertilizer, less greenhouse gas emissions gases, CO₂ and NO₂.

Keywords. Biogas, biogas plants, agricultural waste, biogas technology, thermal generator.
