

КОММУНИКАЦИИ (ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ДРУГИЕ)

УДК 621.436.05

БИОМЕТАН В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА – ВАЖНЫЙ ФАКТОР ЗЕЛеной ЭКОНОМИКИ

Базаров Б.И., Аскарлов И.Б., Суванкулов Ш.А.

Ташкентский государственный технический университет, Ташкент;
Джизакский политехнический институт, Джизак, Узбекистан

***Аннотация:** Использование возобновляемых энергетических источников, например, биометана, для транспорта и других потребителей, получаемые путем переработки биомассы является одним из основных направлений современной зеленой экономики. Хотя Узбекистан обладает огромным ресурсом биомассы, в настоящее время основные работы по использованию возобновляемых источников энергии ведутся по солнечным, ветровым и гидроэнергиям.*

В данной статье приводятся результаты проведенных научных исследований по получению и использованию биометана в качестве моторного топлива для легкового автомобиля с двигателем искрового зажигания

***Ключевые слова:** биогаз, биометан, свойства биометана, зеленая экономика, эксплуатационные качества автомобилей, природный газ, возобновляемый источник энергии, моторное топливо, очистка биогаза*

BIOMETHANE AS MOTOR FUEL - AN IMPORTANT FACTOR IN THE GREEN ECONOMY

Bazarov B.I., Askarov I.B., Suvankulov S.A.

Tashkent State Technical University, Tashkent
Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzak, Uzbekistan

***Annotation:** The use of renewable energy sources, for example, biomethane, for transport and other consumers, obtained by recycling biomass*

is one of the main directions of the modern green economy. Although Uzbekistan has a huge biomass resource, currently the main work on the use of renewable energy sources are carried out on solar, wind and hydropower.

This article provides the results of scientific research on the receipt and use of biomethane as a motor fuel for a car with an integrated ignition engine

Key words: *biogas, biometan, biomethane properties, green economy, car performance, natural gas, renewable energy source, motor fuel, purification of biogas*

1. Введение

В современных условиях использование природного газа в сжатом (СПГ/CNG) или в сжиженном (СЖПГ/LNG) видах в качестве моторного топлива для двигателей с искровым зажиганием и дизелей является самым доступным и целесообразным решением энергоэкологических проблем транспорта.

В настоящее время в мире в год используется примерно 77-80 млрд. куб. м (63,5 млн. тн.э.) природного газа в качестве моторного топлива, а в Узбекистане – 2,5-2,8 млрд. куб. м, который является невозобновляемым источником энергии. Перспективным заменителем природного газа является биометан, получаемый из биомассы, являющейся возобновляющимся источником энергии.

По прогнозам МЭА мировой спрос на биометан в 2040 году будет составлять для транспорта более 26,2 млн.тн.э. (34,9 млрд. куб. м) из общего спроса 75 млн. тн.э. и газы, производимые из органических отходов, могут заместить примерно 20% сегодняшнего мирового их потребления [1-2].

Стратегией перехода Узбекистана на зеленую экономику на период 2019-2030 гг. в сфере транспорта установлены ряд задач, таких как, развитие зеленого транспорта, расширение производства и использования автотранспортных средств с улучшенными энергоэкологической эффективностью (электромобили, гибридные автомобили, газобаллонные автомобили), производство моторных топлив с улучшенными характеристиками, поэтапное внедрение низоуглеродной технологии, развитие общественного транспорта и др.

Развитие технологии получения и использование биометана в качестве

моторного топлива позволяет обеспечивать важные черты зеленой экономики в Узбекистане, таких как, эффективное использование природных ресурсов, сохранение и увеличение природного капитала, уменьшение загрязнения, низкие углеродные выбросы, предотвращение утраты биоразнообразия, рост доходов и занятости, т.е. в целом - снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду.

2. Цель и постановки задачи

Несмотря, что Узбекистан обладает богатыми природными ресурсами одновременно он также считается одной из богатейших стран с точки зрения возобновляемой энергетики. Технический потенциал энергии биомассы Узбекистана примерно составляет 2,92 млн.т.у.т./год, при этом имеются не использованные резервы (использование отходы животноводства и птицеводства напрямую, как удобрение, заготовку местных видов топлива), являющийся основными источниками получения биометана [3-6].

В этой связи целью данной работы является эффективность использования биометана в качестве моторного топлива по результатам исследований легкового автомобиля Chevrolet Spark на данном виде топлива с различным содержанием метана.

В этом случае требуется решение комплекса взаимосвязанных и взаимообусловленных следующих вопросов:

1. Анализ способов получения биометана из биогаза.
2. Реализация выбранного способа получения биометана из биогаза.
3. Разработка методики исследований легкового автомобиля на биометане с различным содержанием метана.
4. Испытания легкового автомобиля на биометане с различным содержанием метана.

Системный подход для реализации поставленных задач позволяет выявить целесообразные решения в каждом этапе настоящих исследований.

3. Анализ публикаций

В настоящее время энергоэкологические проблемы двигателей внутреннего сгорания, как основной энергетической установки

стационарных и транспортных средств, на протяжении последних лет решаются преимущественно использованием природного газа. Такая же тенденция наблюдается в Узбекистане, где ежегодно используется более 2,5 млрд. куб. м природного газа в сжатом виде в качестве моторного топлива, а также растет численность эксплуатируемых автомобильных газонаполнительно-компрессорных станций (АГНКС) [7-10].

Вопросами замены природного газа, как невозобновляемого источника энергии, на биометан, как возобновляемого источника энергии, посвящено множество научных, конструкторско-технологических разработок и многие проблемы в этом направлении решены успешно. При этом многие научно-исследовательские работы выполнены по решению проблемы получения биометана из биогаза и использованию его для получения электроэнергии и тепла, а также в качестве моторного топлива [11-14].

Биометан, как возобновляемый источник энергии является важным фактором зеленой экономики, применение которого несомненно обеспечить устойчивое развитие транспорта.

Известно, что для газообразных моторных топлив наиболее важным показателем качества является низшая теплота сгорания, которая влияет на мощность двигателя и эксплуатационные свойства транспортного средства. В настоящее время действующими нормативными документами установлены значения низшей теплоты сгорания (не менее 31,8 МДж/м³ или 7600 ккал/м³) и область значений числа Воббе (41,2-54,5 МДж/м³ или 9850-13000 ккал/м³), которые должны быть основанием для получения биометана с установленными свойствами.

В этой связи степень очистки (удаление) биогаза от диоксида углерода с целью получения биометана с установленными минимальными значениями низшей теплоты сгорания имеет большое научно-практическое значение.

Данный подход значительно уменьшает затраты на получения биометана с заданными свойствами и обеспечивает энергоэкологические свойства транспорта, работающего на данном виде моторного топлива [15-19].

4. Методы исследований

Процессы получения биометана из биогаза требуют выполнения определенных технологий, которые постоянно развиваются. Причем выбор технологий во многом определяется объемом затрат для их реализации, а также требованиями к составу биометана.

Однако при любом способе очистки биогаза полученный биометан должен обеспечивать требуемые эксплуатационные свойства легкового автомобиля при наименьших затратах очистки биогаза от диоксида углерода.

В процессе эксплуатации автомобилей на биометане будут изучены и выявлены отличительные особенности его использования по сравнению с природным газом, которые найдут свои отражения в руководящих материалах.

В настоящее время очистка биогаза от диоксида углерода (CO_2) для получения биометана реализуется различными методами.

Однако основные задачи настоящих исследований являются, как уже было отмечено, использование биометана с установленными минимальными значениями низшей теплоты сгорания, обеспечивающими требуемые энергоэкологические свойства транспортного средства, работающего на этом виде топлива.

Сравнительная оценка легкового автомобиля на биометане с различными содержаниями метана проводилась по значениям максимальной скорости движения, время разгона автомобиля до скорости движения 100 км/ч, а также вредных выбросов отработавших газов.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

5.1. Очистка биогаза

Известно, что биогаз в своем составе имеет различные составляющие, таких как, сероводород, диоксид углерода, вода, которых необходимо связывать или удалять при получении биометана. При этом используют адсорбционную или абсорбционную методики, мембраны, химические реагенты, криогенное вымораживание и др.

В наших исследованиях использован наиболее доступный способ очистки CO_2 с помощью водного раствора известковой химосорбента. Следует добавить, что данный способ имеет ряд преимуществ в связи с

образованием в данном процессе карбонат кальция, который применяется в многих сферах, как сырьё для получения различных продуктов.

В процессе очистки биогаза для получения биометана с различными содержаниями метана поток очищаемого газа пропускались через известковый раствор с различной концентрацией или с различной по продолжительности прохождения потока через раствор при определенной концентрации раствора.

5.2. Свойства полученного биометана

Компонентный состав полученного биометана анализировался газовым хроматографом AGILENT 7890B с получением результатов в виде графика и таблиц (рис.1).

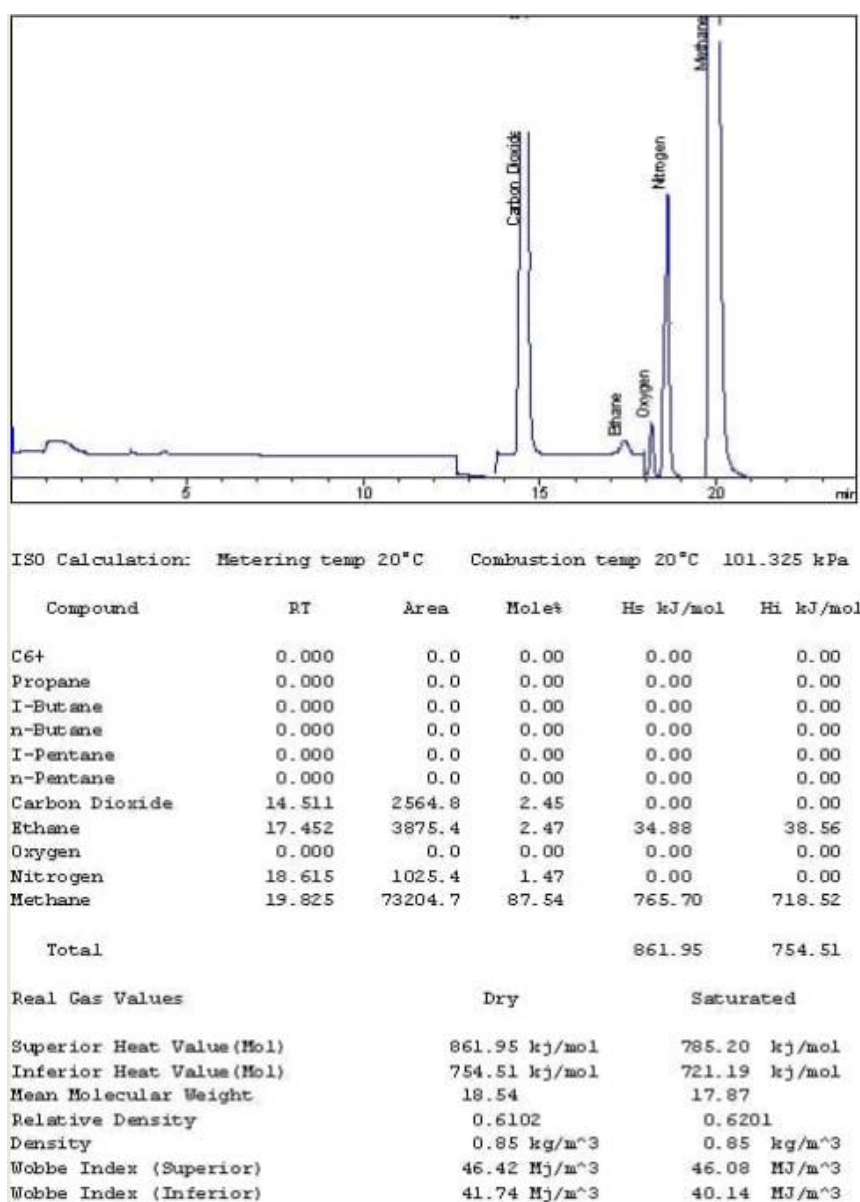


Рис.1. Образец анализа биометана

Исследованные газы с различными содержаниями метана и, следовательно, с различными минимальными значениями теплоты сгорания и число Воббе (таб.1) были накоплены в газовые баллоны высокого давления для проведения полигонных испытаний легкового автомобиля.

Таблица 1

Сравнительные показатели газов

№	Наименование газа	Содержание метана, %	Минимальное значение теплоты сгорания, МДж/м ³	Число Воббе, МДж/м ³
1	Природный газ из АГНКС	92,1-96,1	31,8	41,2 - 54,5
2	Биометан-1	92,64	36,4	42,44 - 43,94
3	Биометан-2	87	33,68	40,14 - 41,74
4	Биометан-3	67,64	24,38	24,44 - 24,94

5.3. Полигонные испытания легкового автомобиля на биометана

Оценка максимальной скорости на разных видах топлива

№	Вид топлива	Максимальная скорость, km/h		
		В прямом	В обратном	Среднее
1	Бензин АИ-91	162	160	161
2	Природный газ из АГНКС	158	159	158,0
3	Биометан (с содержанием метана 92 %)	159	158	158,5
4	Биометан (с содержанием метана 87 %)	154	153	154,5
5	Биометан (с содержанием метана 67 %)	152	151	151,5

Оценка времени разгона легкового автомобиля до на разных видах топлива

№	Вид топлива	Время разгона до 100 km/h, s			
		1	2	3	Среднее
1	Бензин АИ-91	13,8	13,9	13,8	13,83
2	Природный газ из АГНКС	14,5	13,8	14,5	14,4
3	Биометан (с содержанием метана 92 %)	14,2	14,1	14,3	14,2
4	Биометан (с содержанием метана 87 %)	14,8	14,9	14,8	14,83
5	Биометан (с содержанием метана 67 %)	15,3	15,5	15,4	15,4

Заключение

1. Получение биометана с минимально допустимой концентрацией метана из биогаза является перспективным направлением по использованию низкоуглеродной технологии на транспорте.

2. Биометан с минимальной концентрацией метана 65-70 % и водорода 12-18 % обеспечивают идентичные показатели автомобиля при работе на природном газе из АГНКС.

3. Минимально допустимая концентрация метана в составе биометана может изменяться в зависимости от условий эксплуатации транспортного средства.

Использованная литература

1. Outlook for biogas and Prospects for organic growth World Energy Outlook Special Report biomethane. IEA, 2020. – 93 p.

2. Григорьев Е.Г., Колубаев Б.Д., Ерохов В.И. и др. Газобаллонные автомобили. Москва: Машиностроение, 1989. – 216 с. [In Russian: Grigoriev, E. G., Kolubaev, B. D., Yerokhov, V. I. and al. (1989) Gas-Cylinder cars. Moscow: Mechanical engineering]

3. Порфирьев Б.Н. и др. Зеленая экономика и зеленые финансы. – СПб.: Изд-во МБИ, 2018. – 327 с. [In Russian: Porfiriev B.N. and al. (2018) Green economy and green finance. SPb.: Publishing house MBI]

4. Алиханов Б.Б. Концептуальные подходы к формированию Green Economy в Узбекистане. –Ташкент: Центр экономических исследований, 2011. – 64 с. [In Russian: Alikhanov B.B. (2011) Conceptual approaches to the formation of the Green Economy in Uzbekistan. –Tashkent: Center economic research]

5. Стратегии устойчивого потребления и производства в странах Восточной Европы и Кавказа: обзор достижений и направление дальнейших действий. ЮНЕП, 2015. – 52 с. [In Russian: Sustainable Consumption and Production Strategies in Eastern Europe and the Caucasus: An Overview achievements and way forward. (2015) UNEP]

6. Матчанов Н. Развитие возобновляемой энергетики в Узбекистане: современное состояние, проблемы и пути их решения. – Ташкент:

Международный институт солнечной энергии, 2019. – 27 с. [In Russian: Matchanov N. (2019) Development of renewable energy in Uzbekistan: current state, problems and their ways solutions. -Tashkent: International Solar Energy Institute]

7. Имомов Ш.Ж., Hwang Sang Gu, Усмонов К.Э. и др. Альтернативное топливо на основе органике. –Ташкент:Фан, 2013. -25 с. [In Russian: Imomov Sh.Zh., Hwang Sang Gu, Usmonov K.E. and al. (2013) Alternative fuels based on organic matter.-Tashkent: Fan]

8. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. Альтернативные моторные топлива. Монография. Ташкент: SHAMS ASA, 2014. – 186 с. [In Russian: Bazarov B. I., Kalauov S. A., Vasidov A. X. (2014) Alternative motor fuel/ Monograph. Tashkent: SHAMS ASA]

9. Davis, S.C. (2017) Transportation energy. Data book: Edition 36. Oak Ridge: Center for Transportation Analysis. – 458 p.

10. Базаров Б.И., Сидиков Ф.Ш., Одилов О.З. и др. (2019) Современные тенденции в использовании альтернативных моторных топлив. Journal of Advanced Research in Technical Science. 14. Vol. 2. p.186-188. [In Russian: Bazarov B. I., Sidikov F. Sh., Odilov O. Z. and al. (2019) Modern trends in the use of alternative motor fuels/ Journal of Advanced Research in Technical Science. 14. Vol. 2.]

11. Folkson R. Alternative Fuels and Advanced Vehicle. Technologies for improved Environmental Performance. London. ELSEVIER. 2014. 760 p.

12. Papagiannakis R.G. & Rakopoulos C.D. & Hountalas D.T. & et al. (2010) Emission characteristics of high speed, dual fuel, compression ignition engine operating in a wide range of natural gas/diesel fuel proportions. Fuel. №89. p.1397– 1406.

13. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. (2014). Перевод дизелей на питание сжатым природным газом. Тракторы и сельхозмашины. №5. с.10-15. [In Russian: Bazarov, B. I., Kalauov, S. A., Vasidov, A. X. (2014) Conversion of diesels to compressed natural gas/ Tractors and agricultural machines]

14. Льютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. Москва: МАДИ. 2000. – 311 с. [In Russian: Lyutko, V., Lukanin, V. N., Khachiyan, A. S. (2000)

Application of alternative fuels in internal combustion engines.. Moscow: MARI]

15. Васильев Ю.Н., Гриценко А.И., Золотаревский Л.С. Транспорт на газе. Москва: Недра. 1992. – 342 с. [In Russian: Vasiliev, Yu. N., Gritsenko, A. I., Zolotarevsky, L. S. (1992) Transport on gas. Moscow: Nedra]

16. Stephanie M.V., Velazquez. The road from diesel to natural gas. Master thesis. Bergen. 2014. – 76 p.

17.Пятничко А.И., Иванов Ю.В., Жук Г.В. Онопа Л.Р., Солтаниберешне М.А.(2016) Сравнительный анализ энергетических показателей аминового и водного абсорбционных процессов извлечения CO₂ и H₂S из биогаза.//Энерготехнологии и ресурсосбережение, № 4. –С.29-36. [In Russian: Pyatnichko A.I., Ivanov Yu.V., Zhuk G.V. Онопа L.R., Soltanibereshne M.A. (2016) Comparative analysis energy indicators of amine and water absorption processes of CO₂ and H₂S extraction from biogas / Energy technologies and resource saving, No. 4. – P.29-36]

18.Rahul Chandra & Syed Quadvi (2013) Emission study of CNG Substituted Diesel Engine under Dual Fuel Mode. Sch. S. Eug. Tech. №1, p.1 – 3.

19.Taib I. Mohammad. (2017). On the Combustion and Performance of a natural gas direct Injection Spark Ignition engine with Spark plug fuel Injector at Near Idling Condition. European Journal of Scientific Research, Vol. 147. №4 November, p. 446 – 459.

20.Omar I. Award & R. Mamat & Obed M. Ali & et al. (2018) Alcohol and ether as alternative fuels in spark ignition engine: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 82, 2586–2605.

21.Net Zero by 2050: A roadmap for the global energy system» («Нулевой баланс выбросов к 2050 году: план для глобальной энергетической системы»).

22. A.Molinoa NannaaY.DingbB.BiksonbG.Braccioa Biomethane production by anaerobic digestion of organic waste Fuel Volume 103, January 2013, Pages 1003-1009

23. Arthur Wellinger, Jerry D Murphy, David Baxter. The Biogas Handbook . Elsevier Science, 2013. – 512 p.