

ИССЛЕДОВАНИЕ МОТОРНЫХ СВОЙСТВ БИОГАЗОВОГО ТОПЛИВА

А. И. ШИПИН, аспирант
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,
Киров, Россия;

В. А. ШАПОРЕВ, аспирант
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

На современном этапе развития науки и техники двигатели внутреннего сгорания (ДВС) остаются основным видом источника энергии для большинства мобильных и стационарных установок. На их долю приходится порядка 80 % всей вырабатываемой в мире механической энергии. Известно, что ДВС являются одними из основных потребителей моторных нефтяных топлив, которые относят к невозобновляемым ресурсам. Учитывая тенденции увеличения потребления нефтепродуктов при сокращении запасов нефти на Земле, особо остро проявляется проблема повышения топливной экономичности [1–3].

В то же время, биогаз – одно из перспективных альтернативных топлив [4]. Биогаз – общее название горючей газовой смеси, возникающей при разложении органических субстанций в результате анаэробного микробиологического процесса (метанового брожения). Его основные компоненты: метан CH_4 – 55–70 % и углекислый газ CO_2 – 30–45 %, а также в очень малых количествах, около 1 %, другие газы, чаще всего – водород H_2 и сероводород H_2S , удаляемый в биогазовой станции как нежелательный. Сероводород очень агрессивен и вызывает коррозию, что в первую очередь вызывает проблемы с арматурой, газовыми счетчиками, горелками и двигателями. Очищенный от серы биогаз почти не имеет запаха.

Средняя теплота сгорания биогаза, содержащего около 60 % метана CH_4 , равна 22 МДж/м³. Учитывая, что горючая часть биогаза состоит из метана CH_4 (температура воспламенения метана около 645 °С), его причисляют к семейству природных газов.

Полученный на биогазовых установках биогаз может быть использован в качестве моторного топлива транспорта, для питания двигателей внутреннего сгорания стационарных установок различного назначения, обогрева зданий и сооружений, в качестве бытового газа. При этом на биогаз могут быть конвертированы как бензиновые дви-

гатели с принудительным воспламенением рабочей смеси, так и дизельные двигатели. Однако сжигание биогазового топлива в дизельных двигателях при высоких степенях сжатия и повышенных коэффициентах избытка воздуха более эффективно, чем в двигателях с принудительным воспламенением.

В ВятГУ ведутся работы по использованию альтернативных топлив на транспорте. С этой целью в сотрудничестве с ООО «СельхозБиоГаз», г. Киров были проведены исследования состава биогаза.

Компания «СельхозБиоГаз» занимается разработкой и производством оборудования для переработки органического сырья и отходов предприятий. Эффективные технологии переработки отходов применимы для ферм КРС, птицефабрик, свиноферм, очистных сооружений, овощебаз, спиртзаводов, сахароперерабатывающих заводов. В ходе работы оборудования подготовленные отходы преобразуются в биогаз и биологические удобрения.

В основе биогазовой технологии лежит процесс биохимической и термической обработки предварительно подготовленных отходов в бескислородной среде под влиянием определенных видов бактерий. Органические соединения (белки, жиры, углеводы), которые присутствуют в биомассе, начинают распадаться на простейшие органические соединения (аминокислоты, сахара, жирные кислоты) под действием гидролитических ферментов.

Внешний вид экспериментального биогазового реактора производства ООО «СельхозБиоГаз», используемого в ПСПК «Истобенский» (с. Истобенск Оричевского района Кировской области) представлен на рис. 1.



Рис. 1. Биогазовый реактор производства ООО «СельхозБиоГаз»

В результате использования биогазовой технологии получается биогаз, содержащий до 70 % метана и жидкий эфлюент.

Биогаз можно использовать для получения тепловой или электрической энергии. Путем удаления двуокиси углерода CO_2 и прочих примесей, биогаз можно преобразовать в биометан и использовать в качестве моторного топлива.

Эфлюент применяется в качестве органического удобрения, при необходимости с помощью сепаратора делится на твердую и жидкую фракции.

Компонентный состав биогаза определяется по ГОСТ 14920-79 «Газ сухой. Метод определения компонентного состава». Сущность метода заключается в газожидкостной и газоадсорбционной хроматографии газа с использованием детектора по теплопроводности. Углеводороды $\text{C}_1 - \text{C}_5$, двуокись углерода CO_2 и сероводород H_2S разделяют методом газожидкостной хроматографии. Неуглеводородные компоненты (водород H_2 , кислород O_2 , азот N_2 , окись углерода CO) и метан CH_4 разделяют методом газоадсорбционной хроматографии.

Состав биогаза после системы очистки, входящей в комплекс перерабатывающего оборудования, представлен в табл. 1.

Таблица 1. Компонентный состав биогаза

Наименование компонента	Формула	Молярные доли, %	Массовые доли, %	Площадь, у. е.
Сероводород	H_2S	0,0000	0,0	0,0
Кислород	O_2	1,3881	1,7149	407,9
Азот	N_2	5,8881	6,3419	1650,0
Метан	CH_4	61,1161	37,895	14305
Двуокись углерода	CO_2	31,6161	54,01	7688,6
Пропан	C_3H_8	0,0018	0,0031	77,665
<i>i</i> -бутан	$i\text{-C}_4\text{H}_{10}$	0,0010	0,0023	58,154
<i>n</i> -бутан	$n\text{-C}_4\text{H}_{10}$	0,0024	0,0055	138,21
<i>i</i> -пентан	$i\text{-C}_5\text{H}_{12}$	0,0014	0,0041	100,74
<i>n</i> -пентан	$n\text{-C}_5\text{H}_{12}$	0,0015	0,0046	113,32
Гексан	C_6H_{14}	0,0055	0,0182	453,78
Сумма:		100,00	100,00	24993

Качество биогаза определяется, в первую очередь, содержанием метана, либо соотношением горючего метана CH_4 к «бесполезной» двуокиси углерода CO_2 . Двуокись углерода разбавляет биогаз и вызывает потери при его хранении. Поэтому важно стремиться к высокому содержанию метана и как можно низкому содержанию двуокиси углерода.

Также по компонентному составу и известным физическим величинам чистых компонентов, в соответствии с ГОСТ 22667-82 «Газы горючие природные. Расчетный метод определения теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе», были рассчитаны параметры биогаза. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Характеристика биогаза по ГОСТ 22667-82

Свойства газа	T = 20 °C	Размерность
Относительная плотность	0,8944	б.р.
Низшая теплота сгорания	4881,5	Ккал/м ³
Число Воббе низшее	5161,5	Ккал/м ³
Высшая теплота сгорания	5419,7	Ккал/м ³
Число Воббе высшее	5730,5	Ккал/м ³
Коэффициент сжимаемости	0,9974	б. р.

Закключение.

1. Компонентный состав исследуемого газа удовлетворяет средним показателям биогаза, указанным в различных источниках.
2. Возможно применение биогаза в качестве добавки к моторному топливу.
3. Окончательные результаты могут быть сделаны на основе стендовых испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Определение количественных характеристик двигателя бытовой электростанции при использовании генераторного газа в качестве альтернативного топлива / С. А. Плотников [и др.] // Проблемы региональной энергетики. – 2017. – № 2 (34). – С. 105–111.
2. Исследование работы автотракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с рапсовым маслом / С. А. Плотников [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 1 (25). – С. 110–118.
3. Система питания двигателя внутреннего сгорания генераторным газом: пат. на изобретение RU 2605870 от 11.09.2015 / С. А. Плотников [и др.].
4. Sridhar, G. Biomass derived producer gas as a reciprocating engine fuel-an experimental analysis / G. Sridhar, P. J. Paul, H. S. Mukunda // Biomass and Bioenergy. – № 21. – 2001. P. 61–72.
5. Эдер, Б. Биогазовые установки: практ. пособие / Б. Эдер, Х. Шульц; пер. с нем. Zorg Biogas. – 1996. – 2011. – С. 65–68.
6. <https://shbiogaz.ru>. – Дата доступа: 19.11.2018.