

УДК 664.8.022
<https://doi.org/10.36906/KSP-2023/64>

Мукамбеткалиева А.Н.
ORCID: 0000-0003-2236-0333

Ахметжан С.З.
ORCID: 0000-0002-5610-6774, канд. техн. наук
Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет
г. Уральск, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНОГО И БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Аннотация. В данной статье приведены краткая характеристика преимущества использования биодизельного топлива. Приведены результаты экспериментального исследования основных физико-химических свойств дизельного и биодизельного топлива

Ключевые слова: топливо; биодизель; масло; свойства.

Mukambetkaliyeva A.N.
ORCID: 0000-0003-2236-0333

Akhmetzhan S.Z.
ORCID: 0000-0002-5610-6774, Candidate of Technical Sciences
West Kazakhstan University of Innovation and Technology
Uralsk, Kazakhstan

INVESTIGATION OF THE BASIC PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF DIESEL AND BIODIESEL FUEL

Abstract. This article provides a brief description of the advantages of using biodiesel. The results of an experimental study of the basic physicochemical properties of diesel and biodiesel fuel are presented

Keywords: fuel; biodiesel; oil; properties.

В связи со значительным ухудшением экологической обстановки в мире и удорожанием топлива в последнее время активно развивается направление производства биодизельного топлива. Биодизель можно даже извлечь из растительного масла, использованного после фритюра, кислотность которого достигает 20 единиц. При этом биотопливо практически не меняет технических параметров работы дизельного двигателя. Кроме того, при сгорании нет токсичных отходов, уменьшается выброс углекислого газа, количество сажи уменьшается до 50%, топливо, разлитое на землю, разлагается на 90% в присутствии микроорганизмов в течение 3 недель [1].

Загрязнение атмосферы, окружающей среды вредными веществами, глобальное потепление-одна из наиболее актуальных проблем на сегодняшний день. Этот фактор произошел из-за большого количества видов ископаемого топлива и использования автомобилей в городе. Основными источниками загрязнения окружающего воздуха автомобилей являются отработанные ДВС, кривошипные газы, испарение топлива. При

разработке автомобильного топлива, опираясь на литературу, можно повысить качество топлива, используя вторичные материалы, то есть отработанные растительные масла. При этом использование биодизеля в качестве моторного топлива позволяет снизить выбросы всех вредных веществ, присущих традиционному нефтяному топливу. Биодизель-вид жидкого биотоплива, получаемый в результате взаимодействия липидов, таких как растительные и животные жиры, со спиртом в процессах промышленной этерификации и переэтерификации. При производстве биодизеля можно использовать собственные природные ресурсы Республики Казахстан. Из-за происхождения биодизеля он менее токсичен и безопасен для растений и животных при попадании в окружающую среду, полностью разлагается микроорганизмами в воде и почве. В связи с большой потребностью в сокращении использования невозобновляемых видов ископаемого топлива, актуальным вопросом является поиск возможностей использования альтернативного вида топлива, такого как биодизель, с эффективным использованием отходов растительного масла [2; 3].

Научной новизной данного исследования является выбор оптимального вида исследуемых растительных масел как компонента, улучшающего качество дизельного топлива. А целью исследования является сравнить полученное биодизельное топливо с традиционным дизельным топливом с использованием использованных растительных масел в качестве компонента биодизеля.

При изготовлении биодизельного топлива было использовано 4 растительных масла. Это: рафинированное подсолнечное масло, не рафинированное оливковое, горчичное, льняное, подсолнечное масла. Получены остатки растительных масел, использованных при изготовлении биодизельного топлива первого порядка. По массе получено 5 биодизельных топлив, состав которых составляет 50% дизельного топлива и 50% растительного масла. Для сравнения, наряду с биодизельным топливом были изучены физико-химические свойства дизельного топлива. В качестве физико-химических свойств исследованы плотность топлива, вязкость, температура воспламенения, температура замерзания и мутности, содержание серы, зольность [4; 13].

Физико-химические показатели дизельного топлива по ГОСТ 305-82 приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели дизельного топлива

Свойства	Виды дизеля		
	летнее	зимнее	арктическое
	Показатели		
Плотность, кг/м ³	860	840	830
Кинематическая вязкость при 20°C, мм ² /с	3,0–6,0	1,8–5,0	1,5–4,0
Температура воспламенения в закрытом тигле, °C	40	35	30
Температура замерзания, °C, не выше	-10	-35	–
Температура помутнения, °C	-5	-25	–
Содержание серы, %	0,2	0,2	0,2
Зольность, % не более	0,01	0,01	0,01

Образец 1. Состав первого образца состоял из 50% отработанного растительного масла по массе и 50% обычного дизельного топлива. Получалось рафинированное подсолнечное масло, которое использовалось в качестве растительного масла. Изучены физико-химические свойства биодизеля первого образца и дизельного топлива в статье сравнения. Состав образца представлен в таблице 2.

Таблица 2

Состав биодизеля первого образца

Состав биодизеля, 161,52 г	Рафинированное подсолнечное масло, 50%	Дизельное топливо, 50%
Масса, г	80,76	80,76

В качестве физико-химических свойств дизельного топлива и разработанного образца определены кинематическая вязкость, плотность, температура воспламенения, температуры замерзания и мутности, содержание серы, зольность по *ГОСТ 33-2016, ГОСТ 3675-2007, ГОСТ 6356-75, ГОСТ 14596-2008, ГОСТ 1461-75, ГОСТ 5066-2018, ГОСТ 20287-91 [6-12]. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3

Физико-химические показатели первого образца

Физико-химические параметры	Дизельное топливо	Образец 1
Кинематическая вязкость, мм ² /с	3,2	3,3
Плотность, кг/м ³	830	858
Температура воспламенения, °С	36	35
Температуры замерзания, °С	-22	-23
Температуры мутности, °С	-22	-22
Содержание серы, %	0,2	0,0012
Зольность, %	0,0097	0,0034

Из результатов исследования установлено, что кинематическая вязкость, плотность, температура воспламенения, температура замерзания и мутности первого образца близки к показателям дизельного топлива и соответствуют требованиям ГОСТ. Содержание серы очень низкое по сравнению с дизельным топливом. Это только улучшит качество топлива. Зольность также ниже, чем у дизельного топлива, и подходит для двигателя.

Образец 2. Получено нерафинированное подсолнечное масло, использованное при разработке второго образца. Масса биодизеля составила 168,44 г. Он содержал 84,22 г подсолнечного масла и 84,22 г дизельного топлива. Изучены физико-химические свойства биодизеля второго образца. Состав образца представлен в таблице 4.

Таблица 4

Состав биодизеля второго образца

Состав биодизеля, 168,44 г	Рафинированное подсолнечное масло, 50 %	Дизельное топливо, 50 %
Масса, г	84,22	84,22

В качестве физико-химических свойств сформированного образца определены кинематическая вязкость, плотность, температура воспламенения, температуры замерзания и

мутности, содержание серы, зольность по *ГОСТ 33-2016, ГОСТ 3675-2007, ГОСТ 6356-75, ГОСТ 14596-2008, ГОСТ 1461-75, ГОСТ 5066-2018, ГОСТ 20287-91 [6-12]. Полученные данные представлены в таблице 5.

Таблица 5

Физико-химические показатели второго образца

Физико-химические параметры	Дизельное топливо	Образец 2
Кинематическая вязкость, мм ² /с	3,2	3,5
Плотность, кг/м ³	830	860
Температура воспламенения, °С	36	33
Температуры замерзания, °С	-22	-16
Температуры мутности, °С	-22	-18
Содержание серы, %	0,2	0,0015
Зольность, %	0,0097	0,0039

При изучении физико-химических свойств второго образца можно сделать следующие выводы:

1. Плотность образца 860 кг/м³: поскольку плотность выше, чем у предыдущего образца, было обнаружено, что его Кинематическая вязкость также соответственно выше (3,5 мм²/с). Соответствует требованиям ГОСТ.

2. Температура воспламенения 33°С. Чуть ниже требований ГОСТ.

3. Температура замерзания и температура мутности соответствуют требованиям ГОСТ летнего дизельного топлива. Но зимнее дизельное топливо выше требований ГОСТов.

4. Благодаря низкому содержанию серы и зольности по сравнению с дизельным топливом, он соответствует требованиям ГОСТ и экологически эффективен.

Образец 3. При разработке третьего образца использовалось нерафинированное оливковое масло. Получен биодизель общей массой 163 г. По составу состоит из 81,5 г оливкового масла и 81,5 г дизельного топлива. Состав образца представлен в таблице 6.

Таблица 6

Состав биодизеля третьего образца

Состав биодизеля, 163 г	Рафинированное подсолнечное масло, 50%	Дизельное топливо, 50%
Массасы, г	81,5	81,5

В качестве физико-химических свойств сформированного образца определены кинематическая вязкость, плотность, температура воспламенения, температуры замерзания и мутности, содержание серы, зольность по *ГОСТ 33-2016, ГОСТ 3675-2007, ГОСТ 6356-75, ГОСТ 14596-2008, ГОСТ 1461-75, ГОСТ 5066-2018, ГОСТ 20287-91 [6-12]. Полученные данные представлены в таблице 7.

Таблица 7

Физико-химические показатели третьего образца

Физико-химические параметры	Дизельное топливо	Образец 3
Кинематическая вязкость, мм ² /с	3,2	3,4
Плотность, кг/м ³	830	859
Температура воспламенения, °С	36	34
Температуры замерзания, °С	-22	-4
Температуры мутности, °С	-22	-18
Содержание серы, %	0,2	0,0015
Зольность, %	0,0097	0,0038

По результатам исследования третьего образца установлено, что Кинематическая вязкость, плотность, зольность и содержание серы в образце соответствуют требованиям ГОСТ.

Температура воспламенения немного ниже требований ГОСТ.

Температура замерзания очень низкая по сравнению с дизельным топливом и не соответствует требованиям ГОСТ.

Температура мутности также немного выше требований ГОСТ.

Образец 4. При разработке четвертого образца использовались льняное масло и дизельное топливо, использованные в быту. Общая масса разработанного биодизеля составляет 161,52 г. по составу он состоит из 80,76 г льняного масла и 80,76 г дизельного топлива. Состав четвертого образца представлен в таблице 8.

Таблица 8

Состав биодизеля четвертого образца

Состав биодизеля, 161,52 г	Рафинированное подсолнечное масло, 50%	Дизельное топливо, 50%
Массасы, г	80,76	80,76

Физико-химические свойства биодизеля четвертого образца: кинематическая вязкость, плотность, температура воспламенения в закрытом тигле, температуры замерзания и мутности, содержание серы и зольность соответственно исследованы и определены по *ГОСТ 33-2016, ГОСТ 3675-2007, ГОСТ 6356-75, ГОСТ 14596-2008, ГОСТ 1461-75, ГОСТ 5066-2018, ГОСТ 20287-91 [6-12]. Физико-химические показатели образца представлены в таблице 9.

Таблица 9

Физико-химические свойства четвертого образца

Физико-химические параметры	Дизельное топливо	Образец 4
Кинематическая вязкость, мм ² /с	3,2	3,4
Плотность, кг/м ³	830	859
Температура воспламенения, °С	36	38
Температуры замерзания, °С	-22	-27
Температуры мутности, °С	-22	-21
Содержание серы, %	0,2	0,0012
Зольность, %	0,0097	0,0053

Результаты исследования четвертого образца: Кинематическая вязкость и плотность соответствуют требованиям ГОСТ и близки к показателям дизельного топлива.

Температура воспламенения выше температуры воспламенения дизельного топлива. Этот показатель повышает качество топлива и становится более безопасным для двигателя.

Температура замерзания ниже показателя дизельного топлива и соответствует требованиям ГОСТ.

Температура мутности выше, чем температура мутности дизельного топлива.

Содержание серы и показатель зольности очень низкие по сравнению с дизельным топливом. Это создает благоприятные условия для окружающей среды и отвечает требованиям ГОСТ.

Образец 5. При изготовлении пятого образца использовались горчичное масло и дизельное топливо, использованные в быту. Получен биодизель общей массой 186,32 г, состоящий из 93,16 г горчичного масла и 93,16 г дизельного топлива. Состав биодизеля представлен в таблице 10.

Таблица 10

Состав биодизеля пятого образца

Состав биодизеля, 186,32 г	Рафинированное подсолнечное масло, 50%	Дизельное топливо, 50%
Массасы, г	93,16	93,16

Физико-химические свойства биодизеля пятого образца: Кинематическая вязкость, плотность, температура воспламенения в закрытом тигле, температуры замерзания и мутности, содержание серы и зольность соответственно исследованы и определены по *ГОСТ 33-2016, ГОСТ 3675-2007, ГОСТ 6356-75, ГОСТ 14596-2008, ГОСТ 1461-75, ГОСТ 5066-2018, ГОСТ 20287-91 [6-12]. Физико-химические показатели образца представлены в таблице 11.

Таблица 11

Физико-химические свойства пятого образца

Физико-химические параметры	Дизельное топливо	Образец 5
Кинематическая вязкость, мм ² /с	3,2	3,2
Плотность, кг/м ³	830	856
Температура воспламенения, °С	36	27
Температуры замерзания, °С	-22	-15
Температуры мутности, °С	-22	-12
Содержание серы, %	0,2	0,0018
Зольность, %	0,0097	0,0061

Кинематическая вязкость и плотность пятого образца невелики по сравнению с показателями всех образцов. Соответствует требованиям ГОСТ.

Температура вспышки ниже требований ГОСТ.

Температура замерзания и температура мутности выше требований ГОСТ.

Содержание серы и величина зольности намного ниже по сравнению с дизельным топливом и более экологичны. Соответствует требованиям ГОСТ.

В результате проведенных экспериментальных исследований были получены кинематическая вязкость, плотность, температура воспламенения в закрытом тигле, температуры замерзания и мутности, содержание серы и зольность. На основании этих данных сделан сравнительный анализ.

Из проведенного анализа физико-химических свойств топливных смесей следует, что конвертация дизельного двигателя на биотопливо, которое состоит из смеси дизельного топлива и растительного масла, возможна. Однако для оптимизации работы двигателя необходимо дополнительное проведение исследований влияния этих свойств на рабочий процесс [5].

Литература

1. Волгин С.Н., Середа В.А. Новые топлива с присадками: Сб. трудов II Международной конференции. СПб., 2002. С. 210-212.
2. Захарова Э.Л., Емельянов В.Е., Октябрьский Ф.В., Дейнеко П.С. Присадки для улучшения антидетонационных и экологических свойств автомобильных бензинов // Химия и технология топлив и масел. 1994. № 2. С. 110.
3. Карпов С.А. Повышение экологических и антидетонационных характеристик автомобильных бензинов введением многофункциональных присадок // Нефтепереработка и нефтехимия. 2006. № 1. С. 23-26.
4. Ковтун Г.А., Талисман Е.Л., Горбунов Г.В., Шафорост Л.В. Влияние металлокомплексных присадок на процесс горения нефтепродуктов // Нефтепереработка и нефтехимия. 1990. № 39. С. 66-68.
5. Онойченко С.Н., Емельянов В.Е. Новое в применении топлив на автомобильном транспорте // Сб. статей. М., 2003. С. 102-105.
6. ГОСТ 33-2016 Нефть и нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической и динамической вязкости. <https://clck.ru/38qqF5>
7. ГОСТ 3675-2007 Нефть сырая и нефтепродукты жидкие. Лабораторный метод определения плотности с использованием ареометра. <https://clck.ru/38qqKA>
8. ГОСТ 6356-75 Нефтепродукты. Метод определения температуры вспышки в закрытом тигле. <https://clck.ru/38qqNE>
9. ГОСТ 14596-2008 Нефтепродукты. Определение содержания серы методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии с дисперсией по длине волны. <https://clck.ru/38qqw5>
10. ГОСТ 1461-75 Нефть и нефтепродукты. Метод определения зольности. <https://clck.ru/38qr2D>
11. ГОСТ 5066-2018 Топлива моторные. Методы определения температур помутнения, начала кристаллизации и замерзания. <https://clck.ru/38qr4G>

12. ГОСТ 20287-91 Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания. <https://clck.ru/38qr7B>

13. Belozertseva N.E., Bogdanov I.A., Balzhanova A.T., Torchakova O.M., Sosnina D.V., Belinskaya N.S., Kirgina M.V. The Use of Biodiesel as a Blend Component of Commercial Diesel Fuels // *Khimiya v interesakh ustoichivogo razvitiya = Chemistry for Sustainable Development.* 2020. № 28(2). С. 128-137.

© Мукамбеткалиева А.Н., Ахметжан С.З., 2024