



# МЕНДЕЛЕЕВ

Электронный научный журнал  
Издается ежемесячно с января 2019 года  
Является печатной версией сетевого журнала  
Менделеев

Выпуск: 4(8)

Июнь 2020

Новосибирск  
2020

УДК 501+51/54  
ББК 22/24  
М501

**Главный редактор:**

*Пальчунов Дмитрий Евгеньевич*, д-р физ.-мат. наук.

**Редакционная коллегия:**

*Аронбаев Сергей Дмитриевич*, д-р хим. наук;

*Богданов Александр Васильевич*, канд. физ.-мат. наук;

*Евстигнеева Мария Александровна*, канд. хим. наук;

*Еремеев Никита Федорович*, канд. хим. наук;

*Жалнин Руслан Викторович*, канд. физ.-мат. наук;

*Яхьяева Гульнара Эркиновна*, канд. физ.-мат. наук.

**М501 Менделеев:** эл.научный журнал. – 2020 – № 4(8). – 8 с. –  
<https://mendeleevjournal.ru/archive/8>

Учредитель и издатель: ООО «Грани науки»

ISSN: 2658-6495

## **Содержание**

### **Фундаментальные вопросы развития естественных наук 4**

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРООЧИЩЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА 4

В КАЧЕСТВЕ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Комерзан Александр Николаевич

Зобов Александр Борисович

Репин Дмитрий Владимирович

## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

### ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРООЧИЩЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА В КАЧЕСТВЕ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

**Комерзан Александр Николаевич**

*бакалавр, оператор 4 научной роты ФГАУ ВИТ «ЭРА»,  
РФ, г. Анапа  
E-mail: alexandr130197@gmail.com*

**Зобов Александр Борисович**

*магистр, оператор 4 научной роты ФГАУ ВИТ «ЭРА»,  
РФ, г. Анапа  
E-mail: zobov95@mail.ru*

**Репин Дмитрий Владимирович**

*магистр, оператор 4 научной роты ФГАУ ВИТ «ЭРА»,  
РФ, г. Анапа  
E-mail: Neilus2124@yandex.ru*

### HYDROTREATED VEGETABLE OIL APPLICATION AS A BIOFUEL

**Alexander Komerzan**

*bachelor, operator of the fourth scientific company FGAAU VIT "ERA",  
Russia, Anapa*

**Alexander Zobov**

*master of science, operator of the fourth scientific company FGAAU VIT "ERA",  
Russia, Anapa*

**Dmitry Repin**

*master of science, operator of the fourth scientific company FGAAU VIT "ERA",  
Russia, Anapa*

#### АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматриваются перспективы применения гидроочищенного растительного масла в качестве биотоплива, а также в качестве биоконпонента к дизельным топливам. Путем сравнения физико-химических и эксплуатационных свойств гидроочищенного растительного масла с традиционными видами дизельного топлива оцениваются положительные и отрицательные стороны его применения.

#### ABSTRACT

This paper discusses the prospects of using hydrotreated vegetable oil as a biofuel, and as a biocomponent to diesel fuels. By comparing the physical, chemical and operational properties of hydrotreated vegetable oil with traditional types of diesel fuel, the positive and negative aspects of its use are assessed.

**Ключевые слова:** Биодизельное топливо, растительные масла, возобновляемые источники энергии, дизельное топливо.

**Keywords:** Biodiesel, vegetable oils, renewable energy sources, diesel fuel.

На сегодняшний день, вопрос о чрезмерном воздействии человека на окружающую среду путем использования невозобновляемых ресурсов в качестве источников сырья для производства топлив приобретает все большее значение. Дизельное топливо используется в качестве заправки автотранспорта любых видов: легковых и грузовых автомоби-

лей, сельскохозяйственной техники, водных и воздушных судовых машин. В связи с этим, повышаются требования к экологичности топлив. Становится актуальной разработка новых технологий, которые соответствуют современным международным требованиям. Основное направление в решении данной задачи является введение в состав топлив-

ных композиций из возобновляемых источников энергии, материалов растительного происхождения и растительных масел.

Компоненты биодизельных топлив обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными нефтяными фракциями: в производстве и использовании биодизеля примерно на 80 % меньше выбросов диоксида углерода и почти на 100 % меньше диоксида серы [1]. Одним из самых важных качеств биодизеля является его полный биологический распад в почве или воде, вследствие чего исключается негативное воздействие топлив на экосистему.

Принимая превентивные меры, международное сообщество планомерно ужесточает требования к токсичности отработавших газов. На сегодняшний день активно развивают программу получения и использования биодизеля (БД) из растительного сырья большинство государств Евросоюза, США, Канада, Бразилия, Австралия. Согласно директиве Европейского союза 2009/30/ЕС содержание БД в общем объеме содержащего нефтепродуктов должно составлять не менее 5%. До 2030 года ЕС планирует обеспечить 25% своих потребностей в горючем за счет чистых и эффективных видов биологического сырья. Отсюда следует вывод о том, что развитие биокомпонентов в топливах является актуальной задачей в развитии топливно–энергетического комплекса Российской Федерации [3].

При создании биодизельного топлива используются, прежде всего, рапсовое, подсолнечное, соевое масла.

Установлено, что начальные издержки производства находятся в прямой зависимости от урожайности культур. При его среднем показателе расходы ранжируются по степени приоритетности в следующем виде – метиловые эфиры рапсового масла (МЭРМ), метиловые эфиры подсолнечного масла (МЭПМ) и

метиловые эфиры соевого масла (МЭСМ). На сегодняшний день при средней урожайности, себестоимость самого выгодного МЭРМ равняется стоимости ДТ.[2]

Перспективным направлением в развитии биодизеля является использование гидроочищенного растительного масла (HVO). Гидроочистка растительных масел является альтернативным процессом этерификации для получения биотоплива. [8]

Чтобы получить HVO, триглицерид исходного сырья гидрируется на первой стадии и расщепляется на различные промежуточные соединения, в основном моноглицериды, диглицериды и карбоновые кислоты. Эти промежуточные соединения затем преобразуются в алканы тремя различными путями: гидрирование, гидродеоксигенация (HDO) и гидродекарбокислирование (HDC). Конверсия, которая происходит через эти три реакции, создает углеводороды, аналогичные существующим компонентам дизельного топлива. Эта технология представляет собой современный способ получения высококачественного дизельного топлива на основе биотоплива без ущерба для топливной логистики, двигателей или устройств для последующей обработки выхлопных газов [5].

Преимуществами данного топлива является высокая стабильность хранения топлив. Низкотемпературные свойства HVO можно регулировать путем корректировки степени гидроочистки или дополнительной каталитической обработки. HVO отличаются высоким цетановым числом, а также соответствуют требованиям, предъявляемым дизельным топливам.

В таблице 1 представлены основные физико–химические свойства HVO в сравнении с дизельным топливом по стандарту EN 590, а также с биодизелем на основе рапсового масла (МЭРМ) [6].

**Таблица 1.**

**Физико–химические свойства HVO, дизельного топлива по стандарту EN 590 и МЭРМ**

Наименование показателя	HVO	EN 590	МЭРМ
Плотность при 15°C, кг/м <sup>3</sup>	775–785	835	885
Кинематическая вязкость при 40°C, мм <sup>2</sup> /с	2,5–3,5	3,5	3,2–4,5
Цетановое число	80 – 99	53	51
Диапазон перегонки, °C	180 – 320	180 – 360	350 – 370
Содержание ароматических углеводородов, %	0	30	0
Содержание серы, мг/кг	< 10	< 10	< 10
Низшая теплота сгорания, МДж/м <sup>3</sup>	44	42,7	37,5
Диапазон перегонки, °C	180–320	180–360	350–370

Заметим, что биодизельные топлива на основе рапсового масла обладают наибольшей плотностью, что ограничивает их применение. Напротив, гидроочищенные растительные масла обладают наименьшей плотностью. Также HVO обладают самым высоким цетановым числом, в сравнении с традиционным дизельным топливом и биотопливом на основе рапсового масла. Показателем энергоем-

кости топлива является низшая теплота сгорания, где самые высокие показатели отмечены у гидроочищенного растительного масла. Проиллюстрированные выше показатели характеризуют целесообразность перехода с традиционных топлив и биотоплив на основе HVO.

Заметим, что качество МЭРМ зависит от свойств используемого сырья, HVO может быть

произведено из различных видов растительного масла без влияния на качество топлива. [7]

HVO может использоваться как в чистом виде, так и в соотношениях 30 % HVO и 70% ДТ. Основ-

ные свойства HVO, смеси 30% HVO 70% ДТ, в сравнении с традиционным дизельным топливом представлены в таблице 2, а также на рисунке 1 [6].

Таблица 2.

Основные свойства HVO, смеси 30% HVO 70% ДТ, в сравнении с традиционным дизельным топливом

Параметр	EN 590	HVO	EN 590-30
EN 590, %	100	0	70
HVO, %	0	100	30
Состав, %:			
С	85,9	84,8	85,8
Н	13,5	15,2	14,0
Соотношение С/Н	6,4	5,6	6,1
Содержание серы, мг/кг	5	< 3	3
Содержание азота, мг/кг	28	1,5	20
Ароматические углеводороды, %	18,9	0,2	13,6
Плотность при 15°C, кг/м <sup>3</sup>	943	779,7	824
Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С	68	99	74
Температура помутнения, °С	-5	7	-6
Кинематическая вязкость при 40°C, мм <sup>2</sup> /с	3,208	3,087	3,165
Цетановое число	57	95	71,9
Цетановый индекс	52,1	>56.5	>56.5
Диапазон перегонки:			
5%, °С	206	269	219
50%, °С	282	286	285
90%, °С	343	298	332
95%, °С	358	302	352
Конец кипения, °С	363	313	358

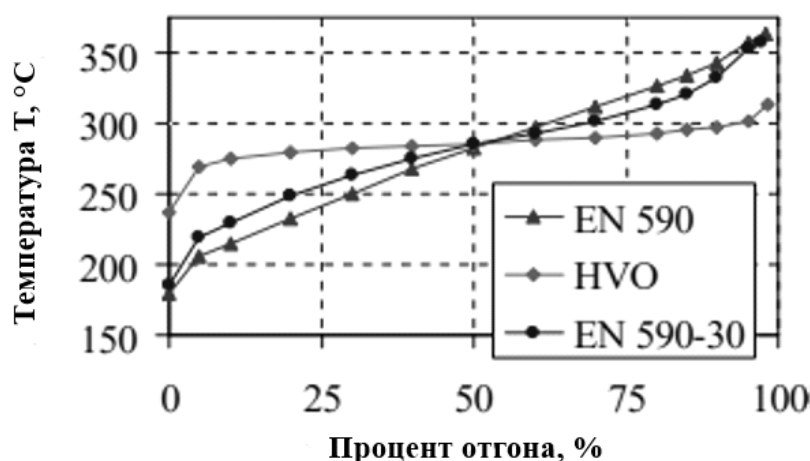


Рисунок 1. Кривая дистиляции HVO, смеси 30% HVO 70% ДТ, в сравнении с традиционным дизельным топливом

Представленные показатели помогают сделать вывод о том, что гидроочищенное растительное масло, как компонент к дизельным топливам может использоваться, так как свойства топлива соответствуют ГОСТ 32511-2013 (EN 590: 2009). Заметим,

что высокая разница между цетановым числом обычного дизельного топлива и HVO потребует некоторых корректировок в управлении двигателем для компенсации воспламенения топлива на более ранних этапах цикла, несмотря на то, что цетановое

число является показателем качества топлив. Что касается свойств холодного потока, таких как температура помутнения и точка закупорки холодного фильтра (CFPP), то они также могут отличаться от свойств дизельного топлива в значительной степени в зависимости от исходного сырья и условий реакции, которые могут привести к определенному выходу триглицеридов. [5]

Большинство исследований, доступных в открытой литературе, показали, что парафиновые синтетические топлива или HVOs обычно приводят к выбросам выхлопных газов и хорошей производительности двигателя. Сообщается о существенном сокращении выбросов NO<sub>x</sub>, PM, CO и HC с использованием HVOs на двигателях большой мощности. [7]

Следует отметить, что в большинстве случаев, если не во всех, HVO исследуется в условиях установившегося режима работы двигателя/транспортного средства, и в результате возникает нехватка информации во время переходных режимов, которые испытываются в течение большей части срока службы пассажирского автомобиля. Кроме того, HVO исследуется в существующих двига-

телях только путем замены топлива. Поскольку HVO-это парафиновое топливо с различными свойствами, то в силу своей природы стандартные настройки двигателя не являются оптимальными для его сгорания. Ожидается, что благодаря тщательному взаимодействию настроек двигателя, вероятно, можно было бы добиться более низкого уровня выбросов выхлопных газов.

#### **Заключение**

Основываясь на вышеизложенной информации, можно сделать следующие выводы:

1. Использование гидроочищенного растительного масла в качестве биокон компонента к дизельным топливам является перспективным направлением в развитии биотоплив, и может использоваться как в чистом виде, так и в соотношениях 30% HVO и 70% ДТ.

2. До настоящего времени имеется незначительное количество информации о влиянии таких видов топлив на выбросы. Данный вопрос требует тщательной проработки с учетом тенденции повышения спроса на виды биотоплива, подвергнутого гидрообработке.

#### **Список литературы:**

1. Варнаков В. В., Варнаков Д. В., Платонов А. В. Способ и система оценки стабильности качества биотоплива для дизельных двигателей. // Международный научный журнал. – 2013. – №3. – С. 95–101;
2. Войтов В.А. Биотопливо и последствия его использования для двигателя и окружающей среды / В.А. Войтов, Н.В. Карнаух. - Режим доступа: <http://tv.sb.by/vestnik-ro-belagroservis/article/biotopHvo-i-posledstviya-ego-ispolzovaniya.html>.
3. Сайдахмедов А.И. Использование биокон компонентов для расширения ресурсов и улучшения качества дизельного топлива: автореф. дисс. на учен. степ. канд. техн. наук : (05.17.07) / Сайдахмедов Ахрорбек Игамбердиевич; Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И.М. Губкина. – Москва, 2012.– 24 с.;
4. Романцова С.В., Рязанцева И.А., Малахов К.С. Стабильность биодизельных топлив при хранении. // Вестник ТГУ. – 2009. – №14. – С. 63 – 66;
5. Engman A., T. Hartikka T., Honkanen M. Neste renewable diesel handbook. – 2016. – Neste Corporation. – 56 P.;
6. Samson-Bręk I., Smerkowska B., Filip A. Environmental Aspects in the Life Cycle of Liquid Biofuels with Bio-components // Storage Stability of Fuels. – 2014 – №.1 – P. 241–265;
7. Aatola H., Larmi M., Sarjovaara T., Mikkonen S. Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) as a Renewable Diesel Fuel: Trade off between NO<sub>x</sub>, Particulate Emission, and Fuel Consumption of a Heavy Duty Engine // SAE International Journal of Engines. – 2009. – №1. – P 1251–1262;
8. Dimitriadis A., Natsios I., Dimaratos A., Katsaounis D. Evaluation of a Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) and Effects on Emissions of a Passenger Car Diesel Engine // Frontiers in Mechanical Engineering. – 2018. – №1. – P. 1 – 17.

Научный журнал

## **МЕНДЕЛЕЕВ**

№ 4(8)  
Июнь 2020

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 74044 от 19.10.2018

Издательство «Грани науки»  
630129, Новосибирск, ул. Тайгинская, 22/1, оф. 22  
E-mail: [mail@mendeleevjournal.ru](mailto:mail@mendeleevjournal.ru)  
[www.mendeleevjournal.ru](http://www.mendeleevjournal.ru)

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3  
16+