

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВ ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Анализируется проблема обеспечения экологической безопасности за счёт использования растительных масел в качестве топлив для дизельных двигателей. Проведены опыты по определению цетанового числа растительных масел и их химического состава.

Ключевые слова: альтернативное топливо, дизельный двигатель, растительные масла, безопасность, экология.

E.A. Kochetkova, V.V. Kozlyakov

USAGE OF VEGETABLE OILS AS FUEL FOR DIESEL ENGINES

The problem of environmental safety through the use of vegetable oils as fuels for diesel engines was analyzed. Experiments to determine the cetane number of vegetable oils and their chemical composition were conducted.

Key words: alternative fuels, diesel engine, vegetable oil, safety, environment.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 2 сентября 2016 г.

Экономия нефтяных ресурсов вызывают необходимость поиска альтернативных видов топлива. Ещё одной причиной поиска альтернативы нефтяным топливам является непрерывное ужесточение требований к токсичности отработавших газов и повышение требований к экологическим качествам моторных топлив. В значительной мере указанным требованиям соответствуют топлива, получаемые из возобновляемых энергетических ресурсов растительного происхождения, запасы которых практически не ограничены.

Наиболее важным физико-химическим свойством растительного топлива является его коррозионность, которая характеризуется наличием в нём кислот, щелочей, воды и сернистых соединений. ГОСТом и техническими условиями строго ограничено содержание сернистых соединений в топливе. При наличии в топливе органических кислот в пределах норм, они особого вреда двигателям и таре, где хранится топливо, не приносят, практически не вызывают коррозии чёрных металлов и дают лишь незначительную коррозию цветных металлов (в первую очередь, свинца и цинка). При содержании органических кислот выше норм, установленных ГОСТом, коррозионная агрессивность топлива возрастает, что способствует увеличенному нагарообразованию в двигателе.

Жидкие растительные масла делятся на высыхающие, полувсыхающие и невысыхающие. Низкая испаряемость и высокая вязкость растительных масел исключают их использование в бензиновых двигателях, однако, они могут успешно применяться в качестве топлив для дизельных двигателей. Температура самовоспламенения масел составляет порядка 280-320 °C, что совсем немно-

го превышает показатели дизельных топлив. В составе растительных масел достаточно большое количество кислорода (8-12 %), что приводит к некоторому снижению их теплоты сгорания. Использование растительных масел в чистом виде в качестве топлив для дизелей сдерживается повышенным нагарообразованием, увеличению которого способствует наличие в маслах смолистых веществ [1].

Распад перекисных соединений сопровождается выделением части энергии топлива 10-15 % и появлением слабого свечения при температуре 200-400 °С. Чем легче и быстрее окисляются углеводороды, входящие в состав топлива, образуется большее количество неустойчивых кислородосодержащих веществ, тем устойчивее и лучше работа двигателя, ниже температура воспламенения топлива и короче период задержки воспламенения.

Цетановое число позволяет судить о степени самовоспламеняемости топлив: чем выше цетановое число – тем выше воспламеняемость. Численное значение цетанового числа зависит от химической структуры топлива и качества смесеобразования.

Вязкость оказывает существенное влияние на пусковые свойства, особенно в холодное время года. При значительном повышении вязкости нарушается нормальная работа топливopодающей аппаратуры, иногда подача полностью прекращается. Чем выше значение вязкости при 20 °С, тем сильнее происходят изменения при понижении температуры.

Вязкость топлива влияет на работу **топливного насоса высокого давления (ТНВД)**, фильтров, а также на процессы распыления и смесеобразования [2].

Цетановое число – показатель воспламеняемости дизельного топлива, полученный сравнением данного топлива с эталонными топливами при испытаниях с применением стандартного двигателя.

В предложенном методе определения задействована установка ИДТ-90, которая состоит из картера, цилиндра со съемной головкой форкамерного типа, термосифонной рециркуляционной системы охлаждения водяной рубашки, топливной системы, включающей несколько топливных бачков с распределительным устройством, топливного насоса, узла форсунки со специальным распылителем топлива, пульта электрического управления и регулирования, системы выпуска отработавших газов. Двигатель соединён через ременную передачу с электромотором, который предназначен для пуска двигателя, а также для использования в качестве тормоза для поддержания постоянной частоты вращения при работе двигателя на топливе. В результате опытов сделаны выводы, что по **цетановым числам (ЦЧ)** растительные масла практически соответствуют **дизельному топливу (ДТ)** и могут быть использованы в качестве альтернативного топлива (табл. 1). Но надо учитывать их физико-химические свойства, поскольку у них есть и свои недостатки. Следует изучить химический состав растительных масел, проведя хроматографический анализ.

Таблица 1

Цетановые числа растительных масел

Подсолнечное	37,8
Оливковое	49,3
Кукурузное	38,5
Соевое	38,1
Арахисовое	34,6
Рапсовое	40,0
Миндальное	35,5

Исследования проведены на газовом хроматографе Кристаллюкс-4000М. Газовый хроматограф "Кристаллюкс-4000М" – прибор, который предназначен для анализа состава, структуры и качества жидких и газовых проб в органических и неорганических соединениях.

Данный прибор имеет более 20 основных моделей, каждая из которых может быть адаптирована под конкретную задачу потребителя. Он состоит из аналитического блока и станции управления, контроля и обработки хроматографической информации, в качестве которой используется персональный компьютер, и программы "Netchrom", работающие в среде "Windows". Кроме того, разработаны программы: диагностики трансформаторного масла, расчёта контрольных карт Шухарта, идентификации многокомпонентных смесей (например, растительного масла, углеводородного топлива и др.), вывода данных на внешний монитор.

В свежих растительных маслах содержание свободных кислот не превышает 1–2 %. Остальные вещества, которые растворены в жире, попавшие в него в процессе маслодобывания, называют сопутствующими. Вязкость масел зависит от молекулярной массы жирных кислот, которые входят в состав триглицеридов [3].

Таблица 2

Жирно-кислотный состав растительных масел

Жиры и масла	Лауриновая кислота	Пальмитиновая кислота	Стеариновая кислота	Олеиновая кислота	Линолевая кислота
Подсолнечное	-	4,4	4,6	79,2	11,8
Оливковое	-	16,5	2,4	58,4	18,3
Рапсовое	-	4,2	1,9	70,1	20,4
Рыжиковое	-	6,1	1,7	21,2	22,3
Кокосовое	-	6,2	3,3	7,8	1,7
Кукурузное	-	7,7	3,5	44	44,3
Льняное	-	8,35	5,25	24,5	19,5
Пальмовое	16,3	8,25	2,25	15,5	2,4
Кунжутное	-	7,7	3,5	44	46

Одним из веществ, которое придает растительным маслам вязкость и плотность, является глицерин, представляющий собой трехатомный спирт состава $C_3H_8O_3$.

В процессе реакции масло нагревается до определённой температуры (для ускорения химической реакции) и добавляется смесь катализатора и спирта. Некоторое время смесь перемешивается и отстаивается. В результате успешной реакции смесь должна расслоиться, образуя биодизель в верхнем слое, называемом "эфир", затем слой, содержащий много мыла, а на дне остаётся глицерин. Глицерин и мыльный слой затем отделяются, а биодизель промывается различными способами для удаления остатков мыла, катализатора и других возможных примесей. После промывок он обезвоживается для удаления остатков воды.

Заключение

К 2030 г. потребление энергии в мире вырастет на 60 %. Очевидно, что при этом потребуется увеличение производства различных видов энергоносителей и их источников. Важная особенность решения данной проблемы состоит в том, что энергопроизводство должно быть экологически чистым. Совершенно ясно, что потребуется увеличение вклада биомассы в общий энергобаланс, в том числе и для производства моторных топлив для двигателей внутреннего сгорания.

Решить эти проблемы можно несколькими путями.

Первый путь, это улучшение химического состава растительных масел, который на данный момент является наиболее выгодным и приемлемым. С помощью хроматографического анализа исследуются растительные масла, полученные результаты позволяют судить, что вязкость, плотность, текучесть, высыхаемость зависят от конкретных жирных кислот, входящих в состав растительных масел, а самый простой способ уменьшить вязкость – это отделение молекул глицерина и замещение его спиртом, то есть трансэтирификация. Несмотря на минусы, связанные с опасностью использования метанола и этанола, низкой стабильностью при хранении, в целом, отмечается снижение выбросов сажи и СО, уменьшение молекулярной массы, а соответственно и плотности, в результате чего снижается нагарообразование на деталях цилиндропоршневой группы, клапанах и распылителе форсунки.

Второй путь уменьшить вредные выбросы и улучшить рабочий процесс дизельного двигателя является использование смесей дизельных топлив с растительными маслами. Судя по проведённым экспериментом на установке ИДТ-90, применение растительных масел, к примеру, рапсового масла, в смеси с дизельным топливом допускает его использование без внесения изменений в конструкцию ДВС.

Также необходимо искать новые пути решения проблемы, к примеру, поиск и выращивание новых растительных культур, ведь постоянный рост количества автомобилей, а также других установок с ДВС без внедрения эффективных природоохранных мероприятий просто недопустим.

Литература

1. *Гусаков С.В.* Перспективы применения в дизелях альтернативных топлив из возобновляемых источников. М.: изд-во РУДН, 2008. 318 с.
2. *Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А.* Топливная аппаратура и системы управления дизелей: учебник для вузов. М.: изд-во Легион Автодата, 2005. 344 с.
3. *Тютюнников Б.Н.* Химия жиров. М.: изд-во Колос, 1992. 448 с.