

СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО БИОТОПЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

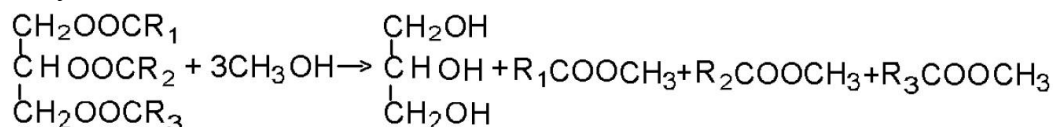
Еремеева А. М.

Научный руководитель д.т.н. профессор Кондрашева Н.К.
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

С развитием и изобретением новой техники появляется острая необходимость в производстве больших количеств дизельных топлив, а также новых технологий, которые позволяют значительно улучшить не только их эксплуатационные, но и экологические характеристики.

Одним из таких «экологически чистых» видов топлив является биодизельное топливо, которое получается на основе этерификации спиртами растительных масел, животных и растительных жиров. Каждая страна при выборе сырья для биологических добавок и заменителей дизельного топлива ссылается на экологические особенности почв, климата и степени готовности населения к внедрению данного топлива.

В основу создания биодизельного топлива лег метод, который в свое время изобрел Рудольф Дизель. Биодизель может быть получен разными способами. Как известно, основными компонентами растительных масел являются эфиры трехатомного спирта глицерина и жирных кислот. Растительные масла имеют слишком большую вязкость, которая препятствует их прямому использованию в качестве дизельного топлива. Один из выходов - проведения реакции переэтерификации. При этом глицерин замещается на метиловый или этиловый спирт. Полученные продукты имеют значительно меньшую молекулярную массу и вполне пригодны для прямого использования в качестве биотоплива. В случае метилового спирта уравнение реакции будет следующим:



Согласно одному из вариантов, для получения метилового эфира необходимо к девяти массовым частям растительного масла добавить одну массовую часть метанола (в случае получения этилового эфира используют этанол), а также небольшое количество щелочного катализатора. Ингредиенты перемешивают в специальных реакторах при температуре 50-80°C и нормальном атмосферном давлении. После отстаивания и охлаждения жидкость расслаивается на две фракции: глицерин (тяжелая) и метиловый эфир (легкая) [1].

Таким образом, биодизель - это название, данное эфирам соответствующих масел, которые используются как дизельное топливо. Это неядовитое, разлагаемое микроорганизмами жидкое топливо состоит из длинных цепей моноалкиловых эфиров жирных кислот и может использоваться либо в чистом виде, либо в смеси с дизельными нефтяными топливами.

Особое место в технологическом процессе изготовления биодизеля отводится его испытаниям и контролю качества. Из многих существующих методов испытаний биодизеля наиболее перспективными для оценки его качества считаются новые методы, предусмотренные американскими стандартами 14105 и ASTM D6584. Если при проверке топливо не соответствует положительной оценке, оно подвергается доработке с последующим повторным испытанием. Также для биодизеля Европейской организацией стандартов разработан стандарт EN14214 (таблица 1) [2]:

Таблица 1 Европейский стандарт EN14214

| <i>Свойство</i> | <i>Единицы</i> | <i>Минимум</i> | <i>Максимум</i> | <i>Метод тестирования</i> |
|--|-------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| Содержание эфира | % (m/m) | 96.5 | | EN 14103 |
| Плотность при 15°C | кг/м ³ | 860 | 900 | EN ISO 3675, EN ISO 12185 |
| Вязкость при 40°C | мм ² | 3.5 | 5 | EN ISO 3104 |
| Температура вспышки | °C | 120 | | ISO / CD 3679 |
| Сера | мг/кг | | 10 | EN ISO 20846, EN ISO 20884 |
| Углеродные остатки (в 10% остатка дистиллята) | % (m/m) | | 0.3 | EN ISO 10370 |
| Цетановое число | | 51 | | EN ISO 5165 |
| Сульфированная зола | % (m/m) | | 0.02 | ISO 3987 |
| Вода | мг/кг | | 500 | EN ISO 12937 |
| Общее загрязнение | мг/кг | | 24 | EN 12662 |
| Коррозия (медной полоса 3 часа при 50°C) | Класс | Class 1 | Class 1 | EN ISO 2160 |
| Стабильность к окислению, 110°C | Часов | 6 | | EN 14112 |
| Кислотное число | мг(КОН)/г | | 0.5 | EN 14104 |
| Йодное число | | | 120 | EN 14111 |
| Метилвый эфир линоленовой кислоты | % (m/m) | | 12 | EN 14103 |
| Полиненасыщенные (>= 4 двойных связей) метиловые эфиры | % (m/m) | | 1 | |
| Метанол | % (m/m) | | 0.2 | EN 14110 |
| Моноглицериды | % (m/m) | | 0.8 | EN 14105 |
| Диглицериды | % (m/m) | | 0.2 | EN 14105 |
| Триглицериды | % (m/m) | | 0.2 | EN 14105 |
| Свободный глицерин | % (m/m) | | 0.02 | EN 14105(6) |
| Общий глицерин | % (m/m) | | 0.25 | EN 14105 |
| Щелочные металлы (Na + K) | мг/кг | | 5 | EN 14108(9) |
| Фосфор | мг/кг | | 10 | EN 14107 |

Биотопливо является топливом будущего. Наибольшую популярность биодизель получил в зарубежных странах, нежели чем в России. В России биотоплива для двигателей внутреннего сгорания остаются экзотикой. Этому способствует как наличие значительных запасов нефти и газа, так и объективные трудности, связанные с получением и использованием топлив из природного сырья.

В России более суровый климат, и получать дешевый спирт или масло, снимая по несколько урожаев в год, не реально. Климат заметно ограничивает и применимость биотоплив в России. Например, биодизельные топлива на основе рапсового масла застывают при температурах около 15°C, а в ряде случаев и выше. Это ограничивает применимость биодизеля южными регионами страны или в летнее время года. Проблема застывания существует и для нефтяного дизельного топлива, но она успешно решается технологическими методами (депарафинизация, облегчение фракционного состава) или добавлением депрессорных присадок, эффективно снижающих температуру застывания топлива. Для растительных топлив такие присадки еще только разрабатываются. Другая проблема - поглощение влаги из атмосферы при низких температурах, грозящее расслоением топлива, коррозией и образованием льда.

Недостатки и достоинства биодизеля в России можно обобщить в таблице 2:

| <i>Достоинства</i> | <i>Недостатки</i> |
|--|--|
| Расширение топливных ресурсов | Пониженная теплотворная способность |
| Использование возобновляемого сырья | Высокая температура застывания |
| Хорошие смазочные свойства | Повышенная вязкость |
| Хорошие моющие свойства Нетоксичность | Высокие моющие свойства, вызывающие «Проблему чистых резервуаров» |
| Высокая температура вспышки | Сравнительно высокая стоимость |
| Эффект экономического мультипликатора | |

Учитывая все недостатки производства биодизеля в России, нами разработано топливо, наиболее подходящее к нам по природным условиям, а также по имеющимся сельскохозяйственным ресурсам.

После проведения экспериментов и получения сложного эфира были исследованы физико-химические свойства биодизеля, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 Физико-химические свойства биодизельного топлива

| <i>Свойство</i> | <i>Единицы</i> | <i>Значение</i> |
|---------------------|-------------------|-----------------|
| Содержание эфира | % (m/m) | 96.5 |
| Плотность при 15°C | кг/м ³ | 0,8758 |
| Вязкость при 40°C | мм ² | 4,492 |
| Температура вспышки | °C | 120 |
| Сера | мг/кг | 0 |
| Цетановое число | | 51 |
| Сульфированная зола | % (m/m) | 0 |
| Вода | мг/кг | 0 |
| Кислотное число | мг(КОН)/г | 0 |

Ниже в таблице 4 сравниваются требования к некоторым характеристикам дизельного топлива и эфирам растительных масел, что лишней раз доказывает возможность использования биодизельного топлива вместо обычного дизельного.

Таблица 4 Сравнение физико-химических свойств ДТ и эфиров

| Показатели | Дизельное топливо(летнее) | Эфиры растительных масел |
|---|---------------------------|--------------------------|
| Плотность при 20°C, кг/м ³ | 820-850 | 875-900 |
| Вязкость при 20 °C, мм ² /с | 3,5-6,0 | 3,5-5,0* |
| Температура, °C: | | |
| <i>застывания (кристаллизации)</i> | < -10 | 0, -5 |
| <i>кипения</i> | 180-360 | > 200 |
| <i>вспышки</i> | < 40 | > 100 |
| <i>самовоспламенения</i> | 230-300 | 300-350 |
| Октановое число (ИМ) | - | 20-25 |
| Цетановое число | не ниже 45 | 50-55 |
| Отношение С/Н | 6,5 | 6,5 |
| Содержание серы, % | 0,2-0,001 | < 0,1 |
| Теплота: | | |
| <i>сгорания низшая, МДж/кг</i> | 42-43 | 37-38 |
| <i>парообразования, кДж/кг</i> | 210 | - |
| Теплота сгорания стехиометрической смеси (объемная) | 3,4 | 3,4 |

| Показатели | Дизельное топливо(летнее) | Эфиры растительных масел |
|---|---------------------------|--------------------------|
| теплопроизводительность), МДж/м ³ | | |
| Массовая теплопроизводительность, МДж/кг | 2,8 | 2,7 |
| Теплоемкость при 20°С, кДж/(кг·град) | 1,9 | - |
| Стехиометрическое количество воздуха, требующееся для полного сгорания топлива, кг/кг | 14,0-14,5 | 13,5-14,5 |
| Максимальная температура пламени, °С при $\alpha = 1$ | 2100 | 2000 |
| ПДК _{рз} , мг/м ³ д | 100 | - |

*При 40°С.

Таким образом, данная работа показывает технологическую и экологическую возможность использования биодизельного топлива в дизельных двигателях вместо обычного дизельного топлива из нефтяного сырья или в смеси с ним.

Список используемой литературы:

1. http://chemistry-chemists.com/N3_2008/S1/ChemistryAndChemists_3_2008-S1.html
2. Научно-технический журнал «Двигатель», № 4(46) – 2006г.