

Определение оптимального состава биодизельного топлива на основе моторных испытаний

Е.А. Зеленская (Краснодар, Россия)

zelenskaya.EA@injgeo.ru

аспирант КубГТУ, инженер III категории технологического отдела ЗАО «НИПИ ИнжГео»

С.А. Горшко

к.х.н., доц. Кубанского социально-экономического института

А.С. Анисимов

аспирант КубГТУ

В статье проанализирована возможность замены дизельного топлива смесевым биодизельным топливом как одно из направлений снижения антропогенной нагрузки на атмосферу. Исследована возможность применения метилового эфира соевого масла в качестве добавки к дизельному топливу. Приведены моторные испытания образцов для определения оптимальной рецептуры биодизельного топлива на основе метилового эфира соевого масла.

Ключевые слова

биодизельное топливо, соевое масло, моторные испытания, экологические характеристики

Determining biodiesel optimal composition by motor tests

Authors

Elena Zelenskaya (Krasndar, Russia)

graduate of Kuban State University of Technology, engineer of the third category ZAO «NIPИ INJGEO»

Svetlana Goroshko

kuban social-economic institute

Aleksandr Anisimov

graduate of Kuban State University of Technology

Abstracts

The article studies the possibility of substitution of diesel oil for biodiesel. The possibility of soya methyl ether to be used as diesel additive also

Замена дизельного топлива смесевым биодизельным топливом является одним из направлений снижения антропогенной нагрузки на атмосферу. Авторами исследована возможность применения метилового эфира соевого масла в качестве добавки к дизельному топливу. Проведены моторные испытания образцов для определения оптимальной рецептуры биодизельного топлива на основе метилового эфира соевого масла.

На возможность использования растительных масел в качестве топлива для дизельных двигателей указал еще разработчик дизельного двигателя Рудольф Дизель [1]. Однако при развитии дизельного двигателестроения в качестве топлива для дизелей рассматривались в основном нефтепродукты. В настоящее время актуальным становится использование возобновляемых ресурсов растительного и животного происхождения в качестве сырья для производства моторных топлив. Возросший интерес к использованию биотоплив вызван возможностью улучшения экологических показателей дизелей, что обусловлено непрерывным ужесточением требований к токсичности отходящих газов.

Важным свойством растительных масел и их эфиров является способность смешиваться в любых пропорциях с большинством органических растворителей, в том числе и с нефтепродуктами — бензином и дизельным топливом. Кроме того, растительные масла совместимы между собой. Эти свойства позволяют получать моторные топлива с заданными физико-химическими свойствами путем смешивания различных компонентов в требуемых пропорциях.

Однако, использование растительных масел и их эфиров в качестве топлива для дизелей усложняется рядом факторов. Так, повышенные плотность и вязкость являются причиной увеличения цикловой подачи масла и его часового расхода в сравнении с дизельным топливом, а также увеличения максимального давления впрыскивания. Повышенная плотность масел приводит к увеличению дальности топливной струи, при этом часть топлива попадает на стенки камеры сгорания, что приводит к уменьшению доли объемного смесеобразования. При этом уменьшается угол раскрытия топливного факела и ухудшается мелкость распыливания. Повышенное поверхностное натяжение масел повышает неоднородность его распыливания.

Для устранения этих недостатков целесообразно использование смесевых биотоплив.

Проблемам использования смесевых биотоплив в транспортных дизелях посвящено ряд исследований, проведенных в МГТУ им. Н.Э. Баумана и МГАУ

им. В.П. Горячкина [2], Российском университете дружбы народов (РУДН) [3, 4], ГТУ «МАДИ» [5], ВИМ [6, 7], НЛП «Агродизель» [8], НТУ «Харьковский политехнический институт» [9]. Вместе с тем, недостаточно изученными являются вопросы об оптимальном составе смесевых биотоплив.

В рамках проведенного исследования с целью расширения ассортимента биотоплива было выбрано соевое масло. Оно относится к классу полувывсыхающих масел, поэтому биодизель из него не столь подвержен окислению и полимеризации, как биодизель из высыхающих масел. Цетановое число метилового эфира соевого масла достаточно высокое — 53. Температура застывания (-12°C) достаточно низкая по сравнению с другими растительными маслами.

Путем проведения реакции перэтерификации получали метиловый эфир соевого масла — компонент биотоплива.

Реакцию проводили следующим образом. Три компонента реакции — масло, метанол и катализатор — из соответствующих емкостей подавали в реактор и смешивали при температуре 90°C. Реакция, в зависимости от перемешивания, занимает всего 3–6 минут. Далее смесь декантировали: глицерин — на дне, и верхняя фракция — эфир — передавалась на вторую стадию реакции. Снова простое смешивание эфира с метанолом и катализатором в течение нескольких минут завершало процесс перэтерификации. Второй статический декантер разделял фракции глицерина и эфира, которые направлялись на дальнейшую очистку.

Полученную смесь метиловых эфиров жирных кислот соевого масла (биодизель) сначала промывали подкисленной теплой водой для нейтрализации остатков катализатора, удаления остатков мыла и других возможных примесей. После промывок биодизель осушали для удаления остатков воды.

Испытания биотоплива на основе метиловых эфиров соевого масла и его смесей с дизтопливом проводились на моторном стенде, оснащенном специальным оборудованием и необходимыми приборами в соответствии с ГОСТ 14846–81 «Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний». Электрическая балансирная машина стенда (125 кВт) работала как в тормозном, так и в двигательном режиме. Программа сравнительных испытаний включала определение КПД двигателя, температуры отходящих газов, температуры в камере сгорания.

Целью проведенных исследований было выявление влияния добавок биодизеля из соевого масла в дизельное топливо на характеристики смесей и показатели

Показатели	Соотношение биодизель : дизельное топливо в образце										
	100:0	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60	30:70	20:80	10:90	0:100
Плотность (20°C), г/см ³	0,884	0,877	0,874	0,868	0,861	0,857	0,853	0,846	0,843	0,834	0,831
Вязкость (20°C), мм ² /с	7,61	6,82	6,45	6,05	5,65	5,03	4,97	4,689	4,37	4,21	4,01
Температура вспышки, °C	173	152	111	101	92	91	90	86	85	81	80
Низшая теплота сгорания, кДж/кг	37201	37721	38246	38778	39318	39864	40417	40977	41546	42118	42701
Результаты испытаний дизеля при мощности 2 кВт и $\Theta=10^\circ$ до верхней мертвой точки											
КПД	0,239	0,238	0,238	0,237	0,236	0,236	0,235	0,239	0,237	0,235	0,238
Тог, °C	357	354	350	346	341	336	331	327	335	337	337
Ткс, °C	587	580	572	564	555	546	540	511	506	499	488
NOx, чнм	507	491	478	467	455	444	433	427	420	417	395

Таб.1 — Физико-химические характеристики смесей биодизеля на основе соевого масла с дизельным топливом и результаты моторных испытаний

двигателя. Для испытания были приготовлены образцы с содержанием биодизеля от 10 до 100 об. %.

В таблице представлены характеристики смесей и результаты испытаний.

Как видно из приведенных в таблице результатов исследований, с увеличением добавки полученного на основе соевого масла биодизеля в дизельное топливо происходит увеличение плотности, вязкости и температуры вспышки в закрытом тигле.

При сравнительных моторных испытаниях максимальный рост КПД двигателя при работе на биодизеле, по сравнению с дизельным топливом составил около 6 %, что согласуется с результатами работы [10].

С ростом концентрации биодизеля в смеси с дизельным топливом КПД двигателя улучшается, одновременно наблюдается снижение дымности выхлопа, но растет уровень оксидов азота в отходящих газах. Для уменьшения уровня выделения

оксидов азота возможно использовать регулировку по углу опережения впрыскивания топлива.

Характер изменения КПД двигателя позволяет сделать рекомендации об уменьшении угла опережения впрыскивания как способа снижения выделения оксидов азота при работе на биодизеле при сохранении лучшей экономичности, чем при работе на дизельном топливе.

Итоги

В ходе проведенных исследований было выявлено влияние добавок биодизеля из соевого масла в дизельное топливо на характеристики смесей и показатели двигателя.

Выводы

Замена дизельного топлива смесевым биодизельным топливом является одним из перспективных направлений снижения антропогенной нагрузки на атмосферу.

was included in this study. Motor tests.

Results

During research operations was revealed influence of biodiesel additions, from soybean oil, in the diesel oil on the composition characteristic and the motor tests.

Conclusions

The substitution of the diesel oil for the blend of biodiesels is one of the advanced directions refusing the man's impact on the atmosphere.

Keywords

biodiesel oil, raw material, ecologic

References

1. Meyer M. Der Traum von Rudolf Diesel wirt wahr // Schweizer Landtechnik. - 1997. - Jg. 59, № 2. - S. 16-19.
2. Raps oil as alternative diesel oil / V.A. Markov, A.I. Gaivoronskiy, C.N. Devianin, etc // Automobile industry. - 2006. - № 2. - С. 1-3.
3. Investigation of operation process of tractor diesel working on diesel fuel and raps oil mixture / L.N. Basistiy, Luai Akhmed, I.Y. Olesov, ets. // Digest of Russian university of peoples friendship. Heat engines. - 1996. - № 1. - С. 30-36.
4. Gorbunov V.V., Patrakhantsev N.N., Abelian A.M. Experimental investigations of diesel ЯМЗ-238 working on mixed fuels // Digest of Russian university of peoples friendship. Engineering investigations. - 2003. - № 1. - С. 5-10.
5. Liotko V, Lukanin V.N., Khachiyan A.S. Using alternative fuels for engines. - M.: Edition MADI (TV), 2000. - 311с.
6. N.V. Krasnoshekov, G.S. Savelev, AD Shapkaits. Application of biofuel for engine in self powered farm facilities // Tractors and agricultural machinery. - 1994. - № 11. - С. 4-7.
7. N.V. Krasnoshekov, G.S. Savelev, D.B. Bubnov. Adaptation of tractors and automobiles for working with biofuel // Tractors and agricultural machinery. - 1994. - № 12. - С. 1-4.
8. N.N. Patrakhaltsev, V.E. Ponomarev, E.G. Ponomarev. Biofuel based on raps oil for high rpm diesel // Improving power and ecological parameters of engines. - Vladimir: Edited in State university of Vladimir, 1997. - С. 97-98.
9. S.K. Devianin, V.A. Markov, V.F. Semenov. Vegetal oils and fuels based on them for diesel engines. - Kharkov: publisher «The new word», 2007. - 452 pages.

Список использованной литературы

1. Meyer M. Der Traum von Rudolf Diesel wirt wahr // Schweizer Landtechnik. - 1997. - Jg. 59, № 2. - S. 16-19.
2. Рапсовое масло как альтернативное топливо для дизеля / В.А. Марков, А.И. Гайворонский, С.Н. Девянин и др. // Автомобильная промышленность. - 2006. - № 2. - С. 1-3.
3. Исследования рабочего процесса тракторного дизеля при работе на смеси дизельного топлива и рапсового масла / Л.Н. Басистый, Луай Ахмед, И.Ю. Олесов и др. // Вестник Российского университета дружбы народов. Тепловые двигатели. - 1996. - № 1. - С. 30-36.
4. Горбунов В.В., Патрахальцев Н.Н., Абелиан А.М. Экспериментальные исследования дизеля ЯМЗ-238 при его работе на смесевых топливах // Вестник Российского университета дружбы народов. Инженерные исследования. - 2003. - № 1. - С. 5-10.
5. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. - М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. - 311с.
6. Краснощеков Н.В. Савельев Г.С., Шапкайт А.Д. Применение биомоторных топлив на энергоавтономных сельхозпредприятиях // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1994. - № 11. - С. 4-7.
7. Краснощеков Н.В. Савельев Г.С., Бубнов Д.Б. Адаптация тракторов и автомобилей к работе на биотопливе // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1994. - № 12. - С. 1-4.
8. Патрахальцев Н.Н., Пономарев В.Е., Пономарев Е.Г. Биотопливо для быстроходных дизелей на основе рапсового масла // Совершенствование мощностных и экологических показателей ДВС. - Владимир: Изд-во Владимирского государственного университета, 1997. - С. 97-98.
9. Девянин С.К., Марков В.А., Семенов В.Ф. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. - Харьков: Изд-во «Новое слово», 2007. - 452 с.
10. Werner Korbitz. Status and Development of Biodiesel Production and Projects in Europe // SAE Techn. Pap. Ser.- 1995. - № 952768. - pp. 249-254.