

БИОТОПЛИВО КАК АЛЬТЕРНАТИВА ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В. К. Зимогорский

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»
(г. Москва, Российская Федерация)*

***Аннотация.** Истощение разведанных месторождений нефти и повышение мировых цен на нефтепродукты, превышающее рост цен на конечные продукты сельскохозяйственного производства, приводит к необходимости использования в двигателях внутреннего сгорания различных альтернативных топлив, спектр которых достаточно широк. В настоящей статье разбираются преимущества и недостатки таких альтернатив – биотоплива, применение электродвигателей и использование природного газа в контексте экономических условий в России – как в настоящее время, так и в перспективе.*

***Ключевые слова:** дизельное топливо; биотопливо; рапсовое масло; метиловый эфир рапсового масла; экологические показатели; вредные выбросы.*

BIOFUEL AS AN ALTERNATIVE TO DIESEL FUEL IN MODERN CONDITIONS

V. K. Zimogorskiy

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The depletion of explored oil fields and an increase in world prices for petroleum products, exceeding the growth in prices for final products of agricultural production, leads to the need to use various alternative fuels in internal combustion engines, the range of which is quite wide. This article examines the advantages and disadvantages of such alternatives - biofuels, the use of electric motors and the use of natural gas in the context of the economic conditions in Russia - both now and in the future.*

***Keywords:** diesel fuel; biofuel; rapeseed oil; rapeseed oil methyl ester; environmental performance; hazardous emissions.*

Альтернативные топлива это синтетические топлива, получаемые из природного газа, каменного и бурого углей, других уг-

леводородных ресурсов, спирты и эфиры, различные газообразные топлива (природный газ, пропан-бутановые смеси, водород и другие), биотопливо, получаемое из возобновляемых сырьевых ресурсов – биомассы, древесины, отходов сельскохозяйственного производства, растительных масел.

Альтернативное топливо для моторов машин и тракторов, чтобы стать достойной заменой нефтяному, должно обладать физико-химическими свойствами, близкими к дизельному. В этом случае переход на новое топливо произойдет постепенно, без значительных изменений в конструкции дизелей, а значит без существенных капиталовложений и достаточно быстро.

Вместе с тем выбор альтернативного топлива должен учитывать его запасы на ближайшее столетие, экологичность, энергоемкость, агрессивность и т. д.

В настоящее время, когда улучшение экономических и экологических показателей дизелей при их работе на дизельном топливе (далее – ДТ) нефтяного происхождения для обеспечения экологических норм требует огромных затрат, поиск альтернативного топлива становится все более актуальным.

Интерес к использованию топлив на основе растительных масел связан с их преимуществами перед нефтяными топливами, к которым можно отнести: воспроизводимость в природе; сохранение баланса углекислого газа в атмосфере: в окружающую среду при сгорании выбрасывается то количество CO_2 , которое было поглощено растениями в процессе фотосинтеза, растительные остатки и продукты переработки семян являются сырьем для производства кормов для животных и удобрений. При попадании на землю такое топливо не наносит экологического ущерба.

В США наибольшее распространение как источник растительного масла для биодизельного топлива (далее – БТ) получила соя, в Канаде – канола (разновидность рапса), в Индонезии, Малайзии и Филиппинах – пальмовое масло. Используются также ятрофа, кокосовое, касторовое, сафлоровое и арахисовое масла, животные жиры, рыбий жир. Потенциально самым перспективным источником сырья для производства биодизеля являются водоросли, но работы в этом направлении выявили экономические проблемы и высокую стоимость получаемого продукта.

Европа и Россия традиционно ориентируются на использование в качестве энергоносителя рапсового масла, что обусловлено следующими причинами: высокой урожайностью маслосемян – до 40 ц/га, содержанием масла в семенах – до 50 %, соответствием переработанного рапсового масла требованиям эксплуатируемых сейчас дизелей, востребованностью жмыха для животноводства, повышением урожайности зерновых на 10...20 % при предварительном посеве рапса на тех же площадях [1].

Растительные масла, в том числе и рапсовое масло можно использовать в дизельном двигателе и в чистом виде. Однако, при работе дизеля традиционной конструкции на чистом растительном масле в процессе эксплуатации двигателя возникает ряд проблем, связанных со значительным отличием физико-химических свойств растительных масел от свойств стандартного дизельного топлива.

Так, рапсовое масло имеет на 14 % меньше, чем у ДТ теплотворную способность, на 10 % большую плотность и в 22 раза большую вязкость [2]. Также к таким проблемам относятся углеродистые отложения на поверхностях деталей камеры сгорания, закоксовывание отверстий распылителя, жировые отложения в топливных фильтрах и баке, каналах топливной аппаратуры и другое.

Поэтому для использования в дизелях растительного масла необходимо применять следующие мероприятия: приспособление конструкции двигателя к работе на растительном масле, добавку в масло веществ, приближающих его физико-химические свойства к свойствам дизельного топлива, химическую переработку растительного масла в менее вязкие вещества (эфирные масла), использование добавки масла и других веществ к дизельному топливу в количестве, которое незначительно изменяет свойства последнего. Наибольшее распространение получили два последних способа [1, 2].

Этиловые или метиловые эфиры жирных кислот растительных масел получают в результате реакции этерификации, т. е. взаимодействия спирта и растительного масла в присутствии катализатора. Побочным продуктом реакции является глицерин. Этиловый и метиловый эфиры рапсового масла имеют близкие к

ДТ физико-химические свойства и поэтому могут использоваться в дизеле практически без конструктивных его изменений [3].

Также широкое распространение получил опыт использования смесей рапсового масла с дизельным топливом, поскольку они обладают существенно меньшей вязкостью по сравнению с чистым маслом. Так, вязкость смеси, содержащей (по объему) 80 % дизельного топлива и 20 % рапсового масла, при температуре 292 К (20 °С) составляет 9 мм²/с, а при 313 К (40 °С), характерной для условий систем топливоподачи дизелей, – 5 мм²/с. Иначе говоря, становится соизмеримой с вязкостью чистого дизельного топлива (норматив 3...6 мм²/с) [1].

В настоящий момент с точки зрения академической науки остаются актуальными исследования свойств подобных композиционных смесей с различным составом рапсового и иных масел, а также с добавлением присадок, влияющих на рабочие показатели двигателей, а также на токсичность и дымность отработавших газов. Множество исследований показывают схожую тенденцию изменения показателей работы дизельного двигателя при использовании пальмового или арахисового масла [4, 5]. При этом они также снижают выбросы оксидов азота вследствие снижения температуры сгорания заряда. Это связано в первую очередь, как и в случае с использованием рапсового масла, с более низкой энергетической ценностью масел, а также с более высокой плотностью и периодом задержки воспламенения [6]. Однако для снижения токсичности дизеля, в частности оксидов азота, существует ещё способ добавки воды в камеру сгорания, не ухудшающий вязкостных свойств топлива [7]. Но при этом появляются проблемы при использовании системы водоснабжения на двигателе, поэтому подобные системы также не получили широкого распространения несмотря на частично решённые проблемы [8].

Все перечисленные способы подавляют образование оксидов азота в первую очередь по причине снижения пиковых температур сгорания топливовоздушной смеси. Данный механизм уже давно известен и часто закладывается в физические основы моделирования образования оксидов азота при сгорании топлива [9].

Однако при переходе к практике использования биотоплива, и конкретно в Российской Федерации, академические проблемы

отходят на последний план, а экономические факторы делают их не актуальными.

В долгосрочной перспективе биодизельное топливо не будет лучшим решением. Так как эффективно использование именно смеси БТ с ДТ, то о полной замене нефтепродуктов речь не идет. Также в 2030 году мы увидим первые запреты на двигатели внутреннего сгорания в автомобилях в Европе и на садово-парковую технику в США – эти же экологические вопросы придется решать рано или поздно и в нашей стране.

Рыночная ситуация, дефицит углеводородов и популярность экологической политики вытесняет европейских нефтяных игроков в новые «зеленые» сектора энергетики — ВИЭ, водород и биотопливо. Однако в условиях отсутствия в России дефицита нефтепродуктов и соответственно дизельного топлива для тракторов, сама постановка проблемы замены ДТ на альтернативные источники может быть вызвана только чрезвычайными факторами.

Также ситуация с производством рапса в Российской Федерации и мировые цены в последние годы также отодвигают актуальность применения рапсового масла как сырья для производства биотоплива.

Увеличение урожайности за счет роста инвестиций в технологию выращивания и общего повышения культуры возделывания привели к тому, что эта масличная культура вновь стала высокодоходной и интерес к ней увеличивается. По предварительной оценке Минсельхоза, площади озимого рапса под урожай 2020 года составили рекордные 315 тыс. га, что на 65 % больше, чем в 2019-м.

При этом мировая конъюнктура в сезоне 2019/20 положительно сказалась на внутренних ценах рапса. Недобор урожая и сокращение площадей под культурой в Европе, Австралии и Канаде увеличили спрос на нее и вылились в повышение стоимости. По данным на 5 октября 2020 года сайта <https://www.agroinvestor.ru> указано, что ещё в первой половине сельхозгода рапс стоил на 5 % больше, чем годом ранее, а во второй половине сезона цены продолжили свой рост.

При возросшем спросе на мировом рынке российский рапс скупают, что называется, еще на корню буквально сразу после

уборки. При возросшем производстве российские переработчики рапса столкнулись с дефицитом сырья.

Дело дошло до того, что в августе 2020 года Масложировой союз России направил в Минсельхоз предложение запретить экспорт подсолнечника и рапса за пределы ЕАЭС на четыре года либо ввести квоты. Пока неформальные, но не рыночные меры приняты, но они являются свидетельством того, что рапс в данный момент выгоднее продавать как сырье, а не перерабатывать, и, тем более использовать как компонент биотоплива.

В заключении еще раз подчеркнём, что в долгосрочной перспективе биодизельное топливо не будет полноценной альтернативой дизельному топливу, так как эффективно использование именно смеси биотоплива с дизельным топливом. Нынешняя рыночная ситуация с повышенным спросом на рапс и его производные в качестве высокодоходной экспортной культуры также не способствуют развитию производства биотоплива в Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Девянин С. Н., Марков В. А., Семенов В. Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. М. : Изд-во МГАУ им. В. П. Горячкина, 2008.
2. Плотников С. А., Черемисинов П. Н. Недостатки применения топлив на основе рапсового масла в дизельных двигателях // Актуальные направления научных исследований XXI века: Теория и практика. 2015. № 4. Ч. 1 (15-1). С. 97-101.
3. Метилловый эфир рапсового масла – новое топливо для отечественных дизелей / В. А. Марков, А. А. Зенин, С. Н. Девянин, В. Н. Черных // Автомобильная промышленность. 2008. № 4. С. 8-11.
4. Бижаев А. В., Симеон А. А. Применение пальмового масла в качестве присадки к топливу тракторных дизельных двигателей // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. №6. С. 41-46.
5. Использование арахисового масла в качестве присадки к дизельному топливу / А. В. Бижаев, С. Н. Девянин, С. Соо, В. М. Фомин, А. С. Х. Ибрагим, А. А. Ходяков // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 6. С. 45-50.
6. Исследование биодизельного топлива с добавками пальмового масла и перекиси водорода / П. П. Ощепков, А. В. Бижаев, И. А. Заев, С. В.

Смирнов, С. А. Адегбенро // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т. 13. № 3. С. 53-57.

7. Devyanin S. N., Bigaev A. V., Markov V. A. Influence of Method of Adding Water to Combustible Mixture on Diesel Engine Performance // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 327 (2018). 022024.

8. Бижаев А. В. Повышение экологической безопасности тракторного дизеля добавкой воды в цилиндры : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Бижаев Антон Владиславович. М., 2016. 197 с.

9. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine / Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 52089.

REFERENCES

1. Devianin S. N., Markov V. A., Semenov V. G. Vegetable oils and fuels based on them for diesel engines. Moscow, MGAU im. V. P. Goriachkina, 2008.

2. Plotnikov S. A., Cheremisinov P. N. Disadvantages of using fuels based on rapeseed oil in diesel engines. *Aktual'nye napravleniia nauchnykh issledovaniy XXI veka: Teoriia i praktika*, 2015, no. 4, part 1 (15-1), pp. 97-101.

3. Markov V. A., Zenin A. A., Devianin S. N., Chernykh V. N. Methyl ether of rapeseed oil – a new fuel for domestic diesel engines. *Avtomobil'naia promyshlennost'*, 2008, no. 4, pp. 8-11.

4. Bizhaev A. V., Simeon A. A. The use of palm oil as an additive to the fuel of tractor diesel engines. *Sel'skokhoziaistvennyye mashiny i tekhnologii*, 2017, no. 6, pp. 41-46.

5. Bizhaev A. V., Devianin S. N., Soo S., Fomin V. M., Ibragim A. S. Kh., Khodiakov A. A. Use of peanut oil as an additive to diesel fuel. *Sel'skokhoziaistvennyye mashiny i tekhnologii*, 2018, vol. 12, pp. 45-50.

6. Oshchepkov P. P., Bizhaev A. V., Zaev I. A., Smirnov S. V., Adegbenro S. A. Research of biodiesel fuel with palm oil and hydrogen peroxide additives. *Sel'skokho-ziaistvennyye mashiny i tekhnologii*, 2019, vol. 13, no. 3. pp. 53-57.

7. Devyanin S. N., Bigaev A. V., Markov V. A. Influence of Method of Adding Water to Combustible Mixture on Diesel Engine Performance. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 327 (2018), 022024.

8. Bizhaev A.V. Improving the ecological safety of a tractor diesel engine by adding water to the cylinders. Ph. D. thesis. Moscow, 2016, 197 pp.

9. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine. *Journal of Phys-*

ics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2020, pp. 52089.

Об авторе:

Зимогорский Владислав Кириллович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

About the author:

Vladislav K. Zimogorskiy, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).