
Батыров В. И., Шекихачев Ю. А.

Batyrov V. I., Shekikhachev Y. A.

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОДА ДИЗЕЛЯ НА РАБОТУ НА СМЕСИ ДИЗЕЛЬНОГО И БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

REGULARITIES OF TRANSFER OF A DIESEL TO WORK ON A MIXTURE OF DIESEL AND BIODIESEL FUELS

Одним из крупнейших потребителей жидких нефтяных топлив являются двигатели внутреннего сгорания (ДВС), широкое применение которых привело к значительному ухудшению экологического состояния окружающей природной среды. Согласно существующей информации, выбросы вредных веществ от ДВС, например, автомобилей, в среднем, составляют 39% от суммарного годового объема вредных выбросов. Поэтому на сегодняшний день ученые активно занимаются поиском альтернативных топлив для ДВС, которые можно использовать без внесения изменений в конструкцию по улучшению его технико-экономических и экологических показателей. С целью снижения зависимости от нефтяных топлив энергетических средств и улучшения его показателей перспективным является использование альтернативных возобновляемых видов топлива, которые могли бы частично, а в дальнейшем полностью, заменить традиционные топлива ископаемого происхождения. Биодизельное топливо (БТ) является одним из самых перспективных заменителей традиционного дизельного топлива (ДТ). Россия имеет мощный потенциал в производстве биотоплива, в частности, биодизельного, начиная от выращивания сырья – заканчивая конечным продуктом (БТ). При производстве БТ возможно использование различных растительных масел, к примеру, рапсового и подсолнечного. Физико-химические свойства БТ отличаются от ДТ, тем что рабочие процессы в двигателях протекают с некоторыми особенностями, что, в свою очередь, влияет на эксплуатационные, экономические и экологические показатели энергетического средства. Поэтому возникает необходимость внесения изменений в его конструкцию. Использование БТ позволяет не только уменьшить количество вредных выбросов отработанных газов дизеля, но и уменьшить расходы на топливо и зависимость от традиционных нефтяных топлив.

Internal combustion engines (ICEs) are one of the largest consumers of liquid petroleum fuels, the widespread use of which has led to a significant deterioration in the ecological state of the environment. According to existing information, emissions of harmful substances from internal combustion engines, for example, cars, on average, account for 39% of the total annual volume of harmful emissions. Therefore, today scientists are actively looking for alternative fuels for internal combustion engines that can be used without making changes to the design to improve its technical, economic and environmental performance. In order to reduce the dependence of energy resources on oil fuels and improve its performance, it is promising to use alternative renewable fuels, which could partially, and in the future completely, replace traditional fossil fuels. Biodiesel fuel (BF) is one of the most promising substitutes for traditional diesel fuel (DF). Russia has a powerful potential in the production of biofuels, in particular biodiesel, from the cultivation of raw materials to the final product (BF). In the production of BT, it is possible to use various vegetable oils, for example, rapeseed and sunflower oils. Physicochemical properties of BF differ from diesel fuel, that the working processes in the engines proceed with some peculiarities, which, in turn, affects the operational, economic and environmental performance of the energy facility. Therefore, it becomes necessary to make changes to its design. The use of BF allows not only to reduce the amount of harmful emissions of diesel exhaust gases, but also to reduce fuel costs and dependence on traditional petroleum fuels.

Ключевые слова: дизельный двигатель, нефть, топливо, биотопливо, эффективность, надежность, работоспособность, долговечность.

Key words: diesel engine, oil, fuel, biofuel, efficiency, reliability, performance, durability.

Батыров Владимир Исмелович – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обслуживания и ремонта машин в АПК, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик
Тел.: 8 928 706 95 72
E-mail: batyrov.53@mail.ru

Batyrov Vladimir Ismelovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Maintenance and Repair of Machines in Agroindustrial Complex, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik
Tel.: 8 928 706 95 72
E-mail: batyrov.53@mail.ru

Шекихачев Юрий Ахметханович – доктор технических наук, профессор кафедры технической механики и физики, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик
Тел.: 8 928 077 33 77
E-mail: shek-fmep@mail.ru

Shekihachev Yuri Akhmetkhanovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik
Tel.: 8 928 077 33 77
E-mail: shek-fmep@mail.ru

Введение. Техничко-экономические и экологические показатели автомобиля, в основном, зависят от полноты использования энергии сгорания топлива в цилиндрах двигателя. Поэтому для того, чтобы повысить эффективность использования биодизельного топлива (БТ) нужно проанализировать влияние его физико-химических свойств на протекание рабочих процессов и учесть их при переводе двигателя автомобиля на эксплуатацию на смеси различных топлив.

Результаты исследования. Рассмотрим влияние использования БТ на протекание рабочих процессов дизеля. Анализ физико-химических свойств БТ показал, что они практически не влияют на такты впуска, сжатия и выпуска; наибольшее влияние оказывает на такт сгорания и расширения.

На такте сжатия создаются благоприятные условия для воспламенения рабочей смеси. В дизелях температура в конце сжатия обеспечивается на уровне 600-700°C. Таким образом, в цилиндрах двигателя создаются благоприятные условия для гарантированного воспламенения БТ [1-3].

Для определения влияния физико-химических свойств БТ на такте сгорания и расширения нужно проанализировать особенности протекания каждой фазы такта отдельно. Процесс изменения давления в цилиндре дизеля, определяемый углом

поворота коленчатого вала, включает несколько периодов:

- период образования зон горения;
- период быстрого горения;
- период медленного горения;
- период расширения рабочих газов.

Рассмотрим влияние физико-химических свойств БТ на протекание каждой фазы такта сгорания и расширения.

Период образования зон горения характеризуется следующим:

- топливо впрыскивается под давлением в цилиндр, испаряется, перемешивается с воздухом;
- образуется топливо-воздушная смесь и создаются зоны горения.

На начало периода в цилиндре воздуха сжатый до 3,5-4,5 МПа и нагретый до 600-700°C [4-6].

Физико-химические свойства БТ обуславливают увеличение дальности топливной струи, увеличение диаметра капель топлива, впрыскиваемого в цилиндр двигателя и уменьшение угла раскрытия топливного факела – это влияет на процесс смесеобразования. При увеличении диаметра капель топлива увеличивается продолжительность их испарения и сгорания. Увеличение дальности топливной струи и уменьшение раскрытия топливного факела приводит к изменению характера смесеобразования. При этом увеличивается доля топлива, которая сгорает у стенки

камеры сгорания. Топливо попадает на стенки, быстрее прогревается, соответственно, интенсивнее происходит его испарение. Кроме того, в цилиндрах двигателя увеличиваются зоны с обогащенной и обедненной топливной смесью. Значение цетанового числа БТ больше, чем у ДТ, это приводит к уменьшению периода задержки самовоспламенения.

В период быстрого сгорания использование БТ приводит к ухудшению мелкости распыливания, соответственно, и продолжительность протекания периода быстрого сгорания топлива увеличится. Использование смеси БТ и ДТ, даже с малым процентным содержанием БТ, положительно влияет на прохождение периода быстрого сгорания топлива. Возгорание БТ происходит раньше и с меньшей интенсивностью. Это приводит к ускорению прохождения предварительной подготовки ДТ и увеличивает интенсивность горения смеси.

Рассмотрим период медленного сгорания впрыскиваемого в цилиндр топлива. На этом этапе важно качество распыления и количество впрыскиваемого после начала сгорания. Средний диаметр капель впрыскиваемого БТ увеличивается, что приводит к увеличению периода медленного сгорания. За счет использования смеси ДТ и БТ с регулировкой процентного содержания БТ в ней, можно уменьшить продолжительность периода медленного сгорания впрыскиваемого в цилиндр топлива.

Для более объективного анализа влияния физико-химических свойств смеси топлив на протекание рабочих процессов в цилиндрах дизеля целесообразно процесс сгорания рассматривать вместе с процессом впрыска. От того, как изменяются параметры процесса впрыска топлива в камеру сгорания дизеля, переведенного на работу на смеси ДТ и БТ, зависит и процесс сгорания топливно-воздушной смеси.

Основными параметрами оценки впрыска топлива в цилиндры дизеля являются: момент начала и продолжительность впрыска, тонкость распыления и распределение топлива в камере сгорания, момент начала сгорания, цикловая подача топлива. Основными физико-химическими свойствами топлив, которые влияют на процессы впрыска

и сгорания, являются плотность, вязкость и поверхностное натяжение топлива.

При использовании БТ или его смеси с ДТ в качестве топлива для дизелей, при условии сохранения постоянными таких показателей, как мощность и частота вращения коленчатого вала дизеля, нужно определить целесообразность изменения угла опережения впрыска топлива и величины цикловой подачи в зависимости от особенностей протекания рабочих процессов.

Известно, что продолжительность горения зависит от периода задержки самовоспламенения, длительностей впрыска, испарения и сгорания топлива, что, в свою очередь, зависит от физико-химических свойств топлива (плотность, энергия активации, средний диаметр капель и параметров системы питания дизеля), угла опережения впрыска, цикловой подачи, давления впрыска, площади поперечного сечения и коэффициента расхода форсунок, коэффициента избытка воздуха, константы испарения [7-10].

Продолжительность впрыска зависит от цикловой подачи смеси ДТ и БТ, ее плотности и давления впрыска. Для сохранения мощности дизеля, учитывая меньшее значение низшей теплоты сгорания БТ, нужно увеличивать цикловую подачу смеси топлива пропорционально содержанию БТ в ней, что вместе с его большей плотностью приводит к росту продолжительности впрыска смеси топлив. Уменьшить ее продолжительность впрыска возможно за счет увеличения давления впрыска топлива.

Период задержки самовоспламенения топливовоздушной смеси зависит от энергии активации и угла опережения впрыска топлива. Энергия активации является основным показателем топлива, который определяется процентным составом смеси. Большее цетановое число БТ приводит к его меньшей энергии активации, чем в ДТ. Поэтому, с увеличением процентного содержания БТ в смеси топлив, энергия активации уменьшается, что приводит к уменьшению периода задержки самовоспламенения.

Давление и температура воздуха в цилиндрах двигателя при впрыске топлива зависит от угла опережения впрыска. Чем ближе поршень в ВМТ, тем значения

давления и температуры больше, что способствует облегчению процесса воспламенения топливо-воздушной смеси. Период задержки самовоспламенения топливоздушной смеси определяет угол опережения впрыска топлива, который при использовании БТ нужно изменить. С увеличением процентного содержания БТ в смеси топлив уменьшается период задержки самовоспламенения топливоздушной смеси, соответственно, угол опережения впрыска нужно уменьшать.

Плотность БТ больше, чем плотность ДТ, что приводит к увеличению среднего диаметра капель топлива. Поверхностное натяжение БП на 10-15% меньше, чем в ДТ – это тоже приводит к уменьшению среднего диаметра капель. Меньшее значение поверхностного натяжения БТ приводит к уменьшению длины и увеличению угла раскрытия факела топлива.

Выводы. 1. Продолжительность горения топлива является основным показателем, который изменяется при переводе двигателя на работу на смеси ДТ и БТ.

2. Площадь поперечного сечения и коэффициент расхода сопловых отверстий

форсунки, константа испарения не зависят от физико-химических свойств используемого топлива.

3. Для того, чтобы обеспечить эффективное протекание рабочих процессов в цилиндрах дизеля, переведенного на работу на смеси ДТ и БТ с динамической регулировкой процентного состава, следует варьировать значениями цикловой подачи и угла опережения впрыска топлива в соответствии с процентным составом смеси топлива.

4. Средний диаметр капель топлива, впрыскиваемого в цилиндр, зависит от параметров системы питания дизеля, таких как диаметр сопловых отверстий и давление впрыска топлива и физико-химических свойств топлива: плотности, поверхностного натяжения и вязкости смеси топлив.

5. Использование БТ приводит к увеличению среднего диаметра капель топлива, впрыскиваемого в цилиндр, причем с ростом процентного содержания БТ в смеси топлив средний диаметр капель увеличивается.

Литература

1. *Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Gubzhokov Kh.L., Bolotokov A.L.* Vegetal fuel as environmentally safe alternative energy source for Diesel engines // IOP Conference Series: materials Science and Engineering. 2019. 663(1). 012049. DOI 10.1088/1757-899X/663/1/012049.

2. *Батыров В.И., Шекихачева Л.З., Болотоков А.Л.* Обоснование возможности использования рапсового масла в топливной системе с непосредственным впрыскиванием топлива // Человек и современный мир. – 2019. – № 1 (26). – С. 101-107.

3. *Батыров В.И., Шекихачева Л.З., Болотоков А.Л.* Перспективы использования биотоплива на основе рапсового масла в качестве моторного для дизелей // Человек и современный мир. – 2019. – №1(26). – С. 107-116.

4. *Shekikhachev Y.A., Balkarov R.A., Chechenov M.M., Kardanov H.B., Shekikhacheva L.Z.* Metrological and methodological support for bench studies of diesel engines // Journal of Physics: Conference

Series. 2020. 1515(4). 042029. DOI: 10.1088/1742-6596/1515/4/042029.

References

1. *Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Gubzhokov Kh.L., Bolotokov A.L.* Vegetal fuel as environmentally safe alternative energy source for Diesel engines // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. 663(1). 012049. DOI 10.1088/1757-899X/663/1/012049.

2. *Batyrov V.I., Shekihacheva L.Z., Bolotokov A.L.* Obosnovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya rapsovogo masla v toplivnoj sisteme s neposredstvennym vpryskivaniem topliva // Chelovek i sovremennyy mir. – 2019. – №1(26). – S. 101-107.

3. *Batyrov V.I., Shekihacheva L.Z., Bolotokov A.L.* Perspektivy ispol'zovaniya biotopliva na osnove rapsovogo masla v kachestve motor-nogo dlya dizelej // Chelovek i sovremennyy mir. – 2019. – №1(26). – S. 107-116.

4. *Shekikhachev Y.A., Balkarov R.A., Chechenov M.M., Kardanov H.B., Shekikhacheva L.Z.* Metrological and methodological support for bench studies of

diesel engines // Journal of Physics: Conference Series. 2020. 1515(4). 042029. DOI: 10.1088/1742-6596/1515/4/042029.

5. *Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z., Bolotokov A.L., Gubzhokov H.L.* Prediction of service life of auto-tractor engine parts // IOP Conference Series: materials Science and Engineering. 2020. 862(3). 032001. DOI: 10.1088/1757-899X/862/3/032001

6. *Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Балкаров Р.А., Чеченов М.М., Карданов Х.Б.* Исследование влияния неравномерности подачи топлива на показатели работы дизельного двигателя // Техника и оборудование для села. – 2019. – №5(263). – С. 18-21.

7. *Батыров В.И., Болотоков А.Л.* Исследование изменения параметров технического состояния распылителей форсунок ФД-22 серийного и опытного в эксплуатации // Материалы Международной НПК, посвященной 50-летию факультета механизации и энергообеспечения предприятий. – Нальчик, 2011. – С. 122-126.

8. *Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Балкаров Р.А., Шекихачева Л.З.* Влияние эксплуатационных режимов на экологические параметры автомобилей // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14. – №3(91). – С. 330-336.

9. *Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Балкаров Р.А., Шекихачева Л.З., Губжоков Х.Л.* Исследование режимов работы дизельных двигателей тракторов в реальных условиях эксплуатации // Техника и оборудование для села. – 2019. – №4(262). – С. 14-19.

10. *Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Карданов Х.Б., Чеченов М.М., Шекихачева Л.З.* Повышение надежности распылителей форсунок автотракторных дизелей // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14. – №6(94). – С. 929-937.

5. *Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z., Bolotokov A.L., Gubzhokov H.L.* Prediction of service life of auto-tractor engine parts // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 862(3). 032001. DOI: 10.1088/1757-899X/862/3/032001

6. *Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Balkarov R.A., Chechenov M.M., Kardanov H.B.* Issledovanie vliyaniya neravnomernosti podachi topliva na pokazateli raboty dizel'nogo

dvigatelya // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. –2019. – №5(263). – С. 18-21.

7. *Batyrov V.I., Bolotokov A.L.* Issledovanie izmeneniya parametrov tekhnicheskogo sostoyaniya raspylitelej forsunok FD-22 serijnogo i opytного v ekspluatatsii // Materialy Mezhdunarodnoj NPK, posvyashchennaya 50-letiyu fakul'teta mekhanizatsii i energoobespecheniya predpriyatij. – Nal'chik, 2011. – С. 122-126.

8. *Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Balkarov R.A., Shekikhacheva L.Z.* Vliyanie ekspluatatsionnyh rezhimov na ekologicheskie parametry avtomobilej // Nauchnaya zhizn'. – 2019. – Т. 14. – №3(91). – С. 330-336.

9. *Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Balkarov R.A., Shekikhacheva L.Z., Gubzhokov H.L.* Issledovanie rezhimov raboty dizel'nyh dvigatelej traktorov v real'nyh usloviyah ekspluatatsii // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2019. – №4(262). – С. 14-19.

10. *Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Kardanov H.B., Chechenov M.M., Shekikhacheva L.Z.* Povyshenie nadezhnosti raspylitelej forsunok avtotraktornyh dizelej // Nauchnaya zhizn'. –2019. – Т. 14. – №6(94). – С. 929-937.

