

Исследования качества дизельного топлива, предоставленного ООО «Ферронордик Торговый Дом»

Елизавета Л. Иовлева¹ Elizaveta-iovleva@ya.ru  0000-0002-5429-4329

¹ Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, ул. Белинского, 58, г. Якутск, 677000, Россия

Аннотация. Компания «Ферронордик» является официальным дилером Volvo Construction Equipment, Dressta, Mecalac и Rottne. Помимо продаж и предоставления послепродажной поддержки техники Volvo Construction Equipment, компания является дилером по сервисному обслуживанию Volvo и Renault Trucks, а также дилером Volvo Penta по обслуживанию промышленных и морских двигателей в некоторых регионах России. Компания сотрудничает с другими известными брендами и несколькими поставщиками навесного оборудования. Шведский концерн Volvo Group поставляет на российский рынок грузовые автомобили, оснащенные дизельными двигателями с системой впрыска Common Rail, а также с насос-форсунками. Дизельные механические и электронные насос-форсунки выполняют своевременный и дозированный впрыск рабочей смеси в камеры сгорания цилиндров дизельного двигателя. Механические форсунки приводят в действие топливный насос высокого давления, а электронные – управляются системой электронного впрыска Common Rail и все время находятся под интенсивными механическими нагрузками. Плохое качество дизельного топлива ведет: к потере мощности, отсутствию тяги и нестабильности работы двигателя; перерасходу и протеканию топлива из распылителей; изменению угла и времени распыления; изменению количества впрыскиваемой смеси; появлению стуков и шумов, черного и сизого дыма при выхлопе. Приведены результаты научно-исследовательской работы по исследованию качества дизельного топлива компании ООО «Ферронордик Торговый Дом». Экспериментальным путем исследованы такие физико-химические свойства дизельного топлива, как: плотность, фракционный состав, массовая доля серы, массовая доля воды, температура вспышки, предельная температура фильтруемости и температура помутнения.

Ключевые слова: дизельное топливо, топливная аппаратура, насос-форсунки, физико-химические свойства, качество топлива

Research on the quality of diesel fuel provided by LLC Ferronordic Trading House

Elizaveta L. Iovleva¹ Elizaveta-iovleva@ya.ru  0000-0002-5429-4329

¹ North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosova, Belinsky street, 58, Yakutsk, 677000, Russia

Abstract. Ferronordic is the official dealer for Volvo Construction Equipment, Dressta, Mecalac and Rottne. In addition to sales and after-sales support for Volvo Construction Equipment, the company is a dealer for servicing Volvo and Renault Trucks, as well as a dealer for Volvo Penta for servicing industrial and marine engines in some regions of Russia. The company collaborates with other well-known brands and several suppliers of attachments. The Swedish concern Volvo Group supplies to the Russian market trucks equipped with diesel engines with Common Rail injection system, as well as with pump nozzles. Diesel mechanical and electronic pump nozzles perform timely and metered injection of the working mixture into the combustion chambers of the cylinders of a diesel engine. The mechanical nozzles are driven by a high-pressure fuel pump, while the electronic ones are controlled by the Common Rail electronic injection system and are constantly under intense mechanical stress. Poor quality diesel fuel leads to: loss of power, lack of traction and instability of the engine; overexpenditure and fuel leakage from sprayers; change in spray angle and time; change in the amount of injected mixture; the appearance of knocks and noises, black and bluish smoke during exhaust. The results of research work on the study of the quality of diesel fuel of the company LLC Ferronordic Trading House are presented. The physicochemical properties of diesel fuel were studied experimentally, such as: density, fractional composition, mass fraction of sulfur, mass fraction of water, flash point, limiting filterability temperature and cloud point.

Keywords: diesel fuel, fuel equipment, pump nozzles, physicochemical properties, fuel quality

Введение

«Ферронордик» – официальный дилер Volvo Construction Equipment, Dressta, Mecalac и Rottne в России.

Шведский концерн Volvo Group поставляет на российский рынок грузовые автомобили, оснащенные дизельными двигателями с системой впрыска Common Rail, а также с насос-форсунками. Они отличаются высокой мощностью, экономичным расходом топлива и минимальной токсичностью выхлопных газов, что соответствует современным мировым стандартам.

Топливная аппаратура служит для подачи определенного количества топлива в заданный момент, с заданным давлением и качеством распыла. От параметров топливоподачи зависят такие показатели дизельных двигателей, как эффективная мощность, удельный эффективный расход топлива, состав отработанных газов. Нарушение параметров топливоподачи приводит к перегреву деталей цилиндропоршневой группы и клапанов, их закоксовыванию и повышенному износу. В результате значительно снижается ресурс двигателя, что приводит к необходимости его капитального ремонта или замены [1].

Для цитирования

Иовлева Е.Л. Исследования качества дизельного топлива, предоставленного ООО «Ферронордик Торговый Дом» // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 3. С. 208–212. doi:10.20914/2310-1202-2019-3-208-212

For citation

Iovleva E.L. Research on the quality of diesel fuel provided by LLC Ferronordic Trading House. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 3. pp. 208–212. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-3-208-212

Износ элементов топливной аппаратуры приводит к нарушению теплового режима работы двигателя.

Соблюдение правил технической эксплуатации позволяет избежать преждевременных неисправностей и отказов, и, следовательно, повышенных расходов [2]. Важным правилом эксплуатации является применение качественного топлива, которое существенно влияет на работу топливной аппаратуры. А от качества работы топливной аппаратуры зависят мощностные и экономические показатели двигателя [3].

Современные высокофорсированные дизели в большей мере подвержены сернистой коррозии, чем двигатели старых конструкций. При работе современного дизеля на топливе, содержащем повышенное количество серы, образуется заметно больше твердого и плотного нагара. Повышенное содержание серы заметно увеличивает износ двигателя и топливной аппаратуры из-за сернистой коррозии, коррозионного износа и быстрого окисления масла [4].

Например, применение топлива с низким цетановым числом приводит к увеличенному периоду задержки или запаздыванию самовоспламенения. В этом случае в камере сгорания накапливается большая масса топлива, которая затем мгновенно сгорает (взрывное горение). При этих условиях давление в цилиндре нарастает скачкообразно, происходит жесткая работа дизеля (слышится металлический стук), вследствие этого происходит большая нагрузка на коренные подшипники, повышается их износ и более быстрый выход из строя. Кроме того, увеличивается расход топлива и дымность отработавших газов [5–10].

С аналогичными проблемами эксплуатации дизельной техники VOLVO с системой впрыска Common Rail столкнулась компания «Ферронордик».

Цель работы – исследование качества дизельного топлива, взятого из топливоприемника, находящегося в рабочем участке Алданского района Республики Саха (Якутия) компании ООО «Ферронордик Торговый Дом».

Отражены результаты отчета научно-исследовательской работы, выполненной кафедрой «Машиноведение» автодорожного факультета СВФУ им. М.К. Аммосова и испытательной лабораторией Якутской нефтебазы АО «Саханафтегазбыт».

Материалы и методы

Проба была взята с топливозаправщика: Урал Next 5881 ТВ–АТ310.0–5557 N 14.04.2019 г.

В рамках работы были исследованы основные эксплуатационные характеристики дизельного топлива, такие, как: плотность, ЦЧ, фракционный состав, массовая доля серы, массовая доля воды, температура вспышки в закрытом тигле, ПТФ и температура помутнения. Чтобы достичь поставленной цели, в работе были использованы стандартные методики [6]:

ГОСТ Р 51096–97 «Нефть и нефтепродукты. Метод определения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API ареометром»; ГОСТ 33–2000 «Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости»; ГОСТ 2177–99 «Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава нефтепродуктов»; EN 23015 «Нефтепродукты. Определение температуры помутнения»; ГОСТ 22254–92 «Топливо дизельное. Метод определения предельной температуры фильтруемости на холодном фильтре»; ГОСТ 6356–75 «Нефтепродукты. Метод определения температуры вспышки в закрытом тигле»; ГОСТ 52660 «Метод определения содержания серы рентгенофлуоресцентной спектрометрией с дисперсией по длине волны»; ГОСТ 5985–79 «Нефтепродукты. Метод определения кислотности и кислотного числа»; ГОСТ 2070–82 «Нефтепродукты светлые. Методы определения йодных чисел и содержания непредельных углеводородов»; ISO 12937 «Определение содержания воды. Метод кулонометрического титрования по Карлу Фишеру»; «Определение цетанового числа ДТ проводилось на Октанометре SHATOX SX-100M».

По физико-химическим и эксплуатационным показателям топливо должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Таблица 1.

Требования к дизельному топливу

Table 1.

Diesel fuel requirements

Наименование показателя Name of indicator	Значение Value	Метод испытания Test method
1	2	3
Цетановое число, не менее Cetane number, not less	51,0	По ГОСТ 32508, ГОСТ 3122, по стандартам According to GOST 32508, GOST 3122, according to standards
Цетановый индекс, не менее Cetane index, not less	46,0	По стандартам according to standards

Продолжение табл.1 | Continuation of table 1

1	2	3
Плотность при 15 °С, кг/м ³ Density at 15° C, kg / m ³	820,0–845,0	По ГОСТ 31392 according to standards GOST 31392
Массовая доля полициклических ароматических углеводородов ¹ , %, не более Mass fraction of polycyclic aromatic hydrocarbons 1, %, no more	8,0	По ГОСТ EN 12916 According to GOST EN 12916
Массовая доля серы, мг/кг, не более, для топлива: Mass fraction of sulfur, mg / kg, no more, for fuel:		
K3	350,0	По ГОСТ 32139, ГОСТ ISO 20846, ГОСТ ISO 20884 According to GOST 32139, GOST ISO 20846, GOST ISO 20884
K4	50,0	По ГОСТ ISO 20884, ГОСТ ISO 20846 According to GOST ISO 20884, GOST ISO 20846
K5	10,0	По ГОСТ ISO 20884, ГОСТ ISO 20846 According to GOST ISO 20884, GOST ISO 20846
Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, выше Flash point, determined in a closed crucible, ° C, higher	55	По ГОСТ ISO 2719, ГОСТ 6356 According to GOST ISO 2719, GOST 6356
Коксуемость 10 %-ного остатка разгонки ² , % масс., не более Coking property of a 10 % distillation residue ² , % wt., not more than	0,3	По ГОСТ 32392, ГОСТ 19932 According to GOST 32392, GOST 19932
Зольность, % масс., не более Ash content, % mass., No more	0,01	По ГОСТ 1461 According to GOST 1461
Коррозия медной пластинки (3 ч при 50 °С), единицы по шкале Copper plate corrosion (3 hours at 50 °C), units on a scale	Класс 1 \ Grade 1	По ГОСТ ISO 2160, ГОСТ 32329 According to GOST ISO 2160, GOST 32329
Окислительная стабильность Oxidative Stability		
Общее количество осадка, г/м ³ , не более часов, не менее Total amount of sediment, g/m ³ , no more than hours, no less	25	По стандартам By standards
Смазывающая способность: скорректированный диаметр пятна износа (wsd 1,4) при 60 °С, мкм, не более Lubricity: adjusted diameter of the wear spot (wsd 1.4) at 60° C, microns, not more than	460	По ГОСТ ISO 12156–1 According to GOST ISO 12156–1
Кинематическая вязкость при 40 °С, мм ² /с Kinematic viscosity at 40 °C, mm ² /s	2,000 – 4,500	По ГОСТ 33, ГОСТ 31391 According to GOST 33, GOST 31391
Фракционный состав: Fractional composition:		По ГОСТ ISO 3405, ГОСТ 2177 (метод А) According to GOST ISO 3405, GOST 2177 (method A)
при температуре 250 °С, % об., менее at a temperature of 250 °C, % vol., less	65	
при температуре 350 °С, % об., не менее at a temperature of 350 °C, % vol., not less	85	
95 % об. перегоняется при температуре, °С, не выше 95 % vol. distilled at a temperature, °C, not higher	360	

Результаты и обсуждение

Результаты исследований по показателям: плотности, фракционного состава, массовой доли серы, массовой доли воды, температуры вспышки, ПТФ, температуры помутнения подкреплялись протоколами, выданными аккредитованной лабораторией.

В таблице 2 показаны данные исследования по сравнению со значениями ГОСТ. По массовой доле серы, содержанию воды и по температуре вспышки ГОСТ Р 52368–2005 не устанавливает показатели, по температуре помутнения и ПТФ ГОСТ 32511–2013 не устанавливает показатели.

Предоставленное топливо имело ярко выраженный желтый цвет, при этом паспорта качества и ГОСТ, по которому изготавливалось топливо, не было. Предположительно это было зимнее ДТ по ГОСТ 305–82. По фракционному составу, кинематической вязкости, содержанию воды, температуре вспышки и температуре помутнения предоставленное ДТ отвечает всем трем ГОСТам. По массовой доле серы топливо относится ко II виду ГОСТ 305–82, по ГОСТ 32511–2013 топливо относится к дизельным Евро экологического класса K5.

По плотности ДТ отвечает требованиям ГОСТ Р 52368–2005 и ГОСТ 32511–2013, однако по ГОСТ 305–82 имеется незначительное отклонение. Так же как и ПТФ, у исследуемого

образца имеется незначительное отклонение. Однако цетановое число у предоставленного топлива не отвечает ни одному из перечисленных ГОСТов.

Таблица 2.
Сравнительный анализ физико-химических показателей дизельного топлива предоставленного ООО «Торговый дом ФЕРРОНОРДИК»

Table 2.

Comparative analysis of physico-chemical indicators of diesel fuel provided by LLC Trading House FERRONORDIK

Наименование показателей Name of indicator	ГОСТ 305–82 GOST 305–82	ГОСТ Р 52368–2005 GOST 52368–2005	ГОСТ 32511–2013 GOST 32511–2013	Полученные значения Values obtained
Фракционный состав: Fractional composition: до температуры 180° С, % (по объему) to a temperature of 180° С, % (by volume)			65	7
до температуры 340° С, (по объему) % to a temperature of 340° С (in volume) %	255	10	85	97
95 % отгона перегоняется при температуре, ° С 95 % of distillation is distilled at a temperature, ° С	330	95	360	353
Кинематическая вязкость при 20 С, мм ² /с (сСт) Kinematic viscosity at 20 С, mm ² s (cSt)	1,5–4,0	1,40–4,00	2,000 – 4,500	2,529
Массовая доля серы, %, не более, в топливе: Mass fraction of sulfur, %, not more than, in fuel: Вида I Kind I Вида II Kind II	0,2 0,5	–	K3 350,0 K4 50,0 K5 10,0	< 5
Содержание воды, мг/кг The water content, mg kg	Отсутствие Lack of	-	≤200	< 30
Плотность при 15° С, кг/м ³ , не более Density at 15 °C, kg m ³ , no more	830	800–840	820,0–845,0	834,5
Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, выше Flash point, determined in a closed crucible, ° С, higher	35	-	55	46
Температура помутнения, не выше °С Cloud point, not higher than °С	-35	-28	-	-27
Предельная температура фильтруемости, не выше °С Maximum temperature of filtering ability, not higher than °С	-	-38	-	-37
Цетановое число не менее Cetane number not less	45	47	51	41,9

Заключение

Топливо, которое было передано на исследование, является зимним II вида (по ГОСТ 305–82), которое можно использовать до температуры

окружающего воздуха – 37. По экологическому классу относится к топливу Евро ДТ-3 – К5 минус 38 (ГОСТ 32511–2013) с низким цетановым числом.

Литература

- 1 Берштейн А.И., Чередник А.Г. Проблемы технической эксплуатации топливной аппаратуры дизельных двигателей автомобилей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 8–3. С. 429–432.
- 2 Ишков А.М., Иовлева Е.Л. Влияние качества топлива на надежность дизельных двигателей в условиях севера // Наука и образование. 2015. № 1 (77). С. 65–70.
- 3 Халфин М.Л. Качество и надежность новой и отремонтированной сельскохозяйственной техники // МТС. 1998. № 5. С. 37–41.
- 4 Тузов Н.С., Попов Е.В. Рекомендации по планированию и производству работ по ТО и Р на автотранспортных предприятиях // Автомобильный транспорт Дальнего Востока. 2014. № 1. С. 369–381.
- 5 Носова Е.В., Сапрыгина В.Н. Экспериментальное исследование качества дизельного топлива // Вестник ИрГТУ. 2011. № 6 (53). С. 69–72.

6 Иовлева Е.Л., Захарова С.С., Лебедев М.П., Попова Л.И. Перспективы улучшения низкотемпературных характеристик фракций дизельного топлива // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2013. Т. 2. № 2 (71). С. 116–120.

7 Li T., Liu H., Ding D. Predictive energy management of fuel cell supercapacitor hybrid construction equipment // Energy. 2018. V. 149. P. 718–729.

8 Reddy S.M., Sharma N., Gupta N., Agarwal A.K. Effect of non-edible oil and its biodiesel on wear of fuel injection equipment components of a genset engine // Fuel. 2018. V. 222. P. 841–851.

9 Lewis P., Karimi B., Shan Y., Rasdorf W. Comparing the economic, energy, and environmental impacts of biodiesel versus petroleum diesel fuel use in construction equipment // International Journal of Construction Education and Research. 2019. V. 15. № 4. P. 276–290.

10 Kim M., Choi W., Jun P., Park J. The Development of Performance Test Equipment For Evaluating Endothermic Performance of Fuel Supply and Cooling System in High-Speed Vehicles // Journal of Aerospace System Engineering. 2019. V. 13. № 4. P. 43–49.

References

1 Bershtein A.I., Cherednik A.G. Problems of technical operation of fuel equipment of diesel engines of automobiles. International Journal of Applied and Fundamental Research. 2015. no. 8–3. pp. 429–432. (in Russian).

2 Ishkov A.M., Iovleva E.L. The effect of fuel quality on the reliability of diesel engines in the north. Science and education. 2015. no. 1 (77). pp. 65–70. (in Russian).

3 Halfin M.L. The quality and reliability of new and refurbished agricultural machinery. MTS. 1998. no. 5. pp. 37–41. (in Russian).

4 Tuzov N.S., Popov E.V. Recommendations on the planning and production of maintenance and repair work at motor transport enterprises. Road transport of the Far East. 2014. no. 1. pp. 369–381. (in Russian).

5 Nosova E.V., Saprygina V.N. Experimental study of the quality of diesel fuel. Vestnik IrSTU. 2011. no. 6 (53). pp. 69–72. (in Russian).

6 Iovleva E.L., Zaharova S.S., Lebedev M.P., Popova L.I. Prospects for improving the low-temperature characteristics of diesel fuel fractions. Bulletin of the Saratov State Technical University. 2013. vol. 2. no. 2 (71). pp. 116–120. (in Russian).

7 Li T., Liu H., Ding D. Predictive energy management of fuel cell supercapacitor hybrid construction equipment. Energy. 2018. vol. 149. pp. 718–729.

8 Reddy S.M., Sharma N., Gupta N., Agarwal, A.K. Effect of non-edible oil and its biodiesel on wear of fuel injection equipment components of a genset engine. Fuel. 2018. vol. 222. pp. 841–851.

9 Lewis P., Karimi B., Shan Y., Rasdorf W. Comparing the economic, energy, and environmental impacts of biodiesel versus petroleum diesel fuel use in construction equipment. International Journal of Construction Education and Research. 2019. vol. 15. no. 4. pp. 276–290.

10 Kim M., Choi W., Jun P., Park J. The Development of Performance Test Equipment For Evaluating Endothermic Performance of Fuel Supply and Cooling System in High-Speed Vehicles. Journal of Aerospace System Engineering. 2019. vol. 13. no. 4. pp. 43–49.

Сведения об авторах

Елизавета Л. Иовлева к.т.н., доцент, кафедра машиноведения, Северо-Восточный федеральный университет, ул. Белинского, 58, г. Якутск, 677000, Россия, Elizaveta-iovleva@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5429-4329>

Вклад авторов

Елизавета Л. Иовлева написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Elizaveta L. Iovleva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, mechanical engineering department, North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Belinskogo Av., 58 Yakutsk, 677000, Russia, Elizaveta-iovleva@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5429-4329>

Contribution

Elizaveta L. Iovleva wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Поступила 22/07/2019	После редакции 03/08/2019	Принята в печать 12/08/2019
Received 22/07/2019	Accepted in revised 03/08/2019	Accepted 12/08/2019