

Исследование качества арктического дизельного топлива привозимого в Республику Саха (Якутия)

Елизавета Л. Иовлева¹ Elizaveta-iovleva@yandex.ru

¹ Северо-Восточный федеральный университет, ул. Белинского, 58, г. Якутск, 677000, Россия

Реферат. Показаны результаты экспериментальных исследований качества арктического дизельного топлива, взятых с различных автозаправочных станций Республики Саха (Якутия). Исследованы основные эксплуатационные характеристики арктического дизельного топлива. Работы были выполнены в лаборатории кафедры «Общая, аналитическая и физическая химия». Взятые дизельные топлива по географическому положению разделены на 3 части: центральная, северная и заречье. Из каждого района взяты по 3 образца арктического дизельного топлива из различных автозаправочных станций. В ходе исследования установлено, что выбранные основные показатели дизельного топлива: плотность, вязкость, фракционный состав, и низкотемпературные характеристики – отличаются от нормативных значений. Наиболее худшие результаты показали образцы дизельного топлива из северной части Республики Саха (Якутия). Образцы арктического дизельного топлива взятых с центральной части и заречья, в целом отвечает стандартам качества ГОСТ 305-82, однако по низкотемпературным характеристикам, не отвечают стандарту.

Ключевые слова: Арктическое дизельное топливо, низкотемпературные свойства, плотность, вязкость, температура застывания, температура помутнения, предельная температура фильтруемости

Investigation of the quality of Arctic diesel fuel imported to the Republic of Sakha (Yakutia)

Elizaveta L. Iovleva¹ Elizaveta-iovleva@yandex.ru

¹ North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Belinskogo Av., 58 Yakutsk, 677000, Russia

Summary. The results of experimental studies of the quality of Arctic diesel fuel taken from various gas stations of the Republic of Sakha (Yakutia) are shown. The main operational characteristics of Arctic diesel fuel are investigated. The work was carried out in the laboratory of the department "General, analytical and physical chemistry". Taken diesel fuel by geographic location is divided into 3 parts: central, northern and district. From each region, 3 samples of Arctic diesel fuel were taken from various gas stations. The study found that the selected main indicators of diesel fuel: density, viscosity, fractional composition and low-temperature characteristics – differ from the normative values. The worst results were shown by diesel fuel samples from the northern part of the Republic of Sakha (Yakutia). Samples of arctic diesel fuel taken from the central part and district, generally meet the quality standards of GOST 305-82, but for low-temperature characteristics, do not meet the standard.

Keywords: Arctic diesel fuel, low-temperature characteristics, density, viscosity, cetane number, pour point, cloud point, filterability limit temperature

Введение

Республика Саха (Якутия) характеризуется труднодоступностью и удаленностью населенных пунктов от центров муниципальных районов. По официальным данным, в настоящее время таких пунктов здесь насчитывается 297. Природно-климатические условия на большей части территории Якутии суровые и даже экстремальные.

Основные жизненно важные товары – продовольствие и нефтепродукты до труднодоступных пунктов доставляют по зимникам так называемым «северным завозом».

Развитие транспортной и энергетической отрасли Республики Саха связано с возрастающим использованием дизельной техники.

Основной проблемой «северного завоза» наземным путем и надежной эксплуатации дизельных электростанций является качество

используемого топлива. Это связано с трудностями запуска дизельных двигателей при низких температурах окружающей среды. Климатические условия республики обуславливают большую потребность в высококачественных низкотемпературных дизельных топливах.

Одним из путей решения этой проблемы является мониторинг качества арктических дизельных топлив привозимых в Республику Саха.

Материалы и методы

Образцы арктического дизельного топлива были представлены из различных автозаправочных станций центральной, северной и заречной части. Все образцы разделены на три группы, в каждой группе были взяты по 3 образца арктического дизельного топлива. I центральная группа районов (ЦГР),

Для цитирования

Иовлева Е.Л. Исследование качества арктического дизельного топлива привозимого в Республику Саха (Якутия) // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 358–361. doi:10.20914/2310-1202-2018-3-358-361

For citation

Iovleva E.L. Investigation of the quality of Arctic diesel fuel imported to the Republic of Sakha (Yakutia). *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 358–361. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-3-358-361

II северная группа районов (СГР), III заречная группа районов (ЗР). Дизельные топлива взяты у 3 крупных поставщиков моторных топлив: ОАО «Якутская топливно-энергетическая компания» (топливо № 1 у всех районов), ОАО «Саханефтегазбыт» (топливо № 2 у всех районов), ОАО «Туймада-нефть» (топливо № 3 для всех районов). Итого 9 образцов топлива: топливо № 1 ЦГР, топливо № 2 ЦГР, топливо № 3 ЦГР, топливо № 1 СГР, топливо № 2 СГР, топливо № 3 СГР, топливо № 1 ЗР, топливо № 2 ЗР, топливо № 3 ЗР.

Для экспериментального исследования были выбраны следующие основные показатели качества (ГОСТ 305-82): плотность, вязкость, фракционный состав, цетановое число, низкотемпературные характеристики (температура помутнения, застывания, предельная температура фильтруемости).

Программа исследований предполагала изучение методики по определению эксплуатационных свойств арктического дизельного топлива.

Для решения поставленных задач предусматриваются экспериментальные исследования по следующим стандартным направлениям: 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»; ГОСТ Р 52709-2007 «Топлива дизельные. Определение цетанового числа»; ГОСТ 20287-91 «Нефтепродукты. Методы определения температуры текучести и застывания»; ГОСТ 5066-91 «Топлива моторные. Методы определения температуры помутнения, начала кристаллизации»; ГОСТ 22254-92 «Топливо дизельное. Метод определения предельной температуры фильтруемости на холодном фильтре».

Результаты и обсуждение

Результаты исследования представлены в виде гистограмм распределения значений показателей качества.

Плотность у представленных образцов дизельного топлива не одинакова. По плотности топлива можно судить о преобладании различных (ароматических, парафиновых и нафтеновых) групп углеводородов. Например, самой меньшей плотностью обладают парафиновые углеводороды, больше, чем парафиновые, обладают ароматические углеводороды. А нафтеновые занимают промежуточное положение. Дизельное топливо при впрыске дозируется насосом по объему. Следовательно, с повышением плотности топлива подача его увеличивается

и рабочая смесь обогащается [1]. Плотность дизельных топлив для быстроходных дизелей при 20 °С лежит в пределах 820–840 кг/м³. Исследования показали, что большинство представленных образцов арктического дизельного топлива имеют плотность, близкую к 820 кг/м³. Эти результаты вполне отвечают требованиям ГОСТа. Однако образцы топлива № 1 ЦГР, № 1 СГР и № 3 СГР обладают самой большой плотностью, и лежат в интервале от 830 до 840 кг/м³. Это означает, что топливо содержит в себе много парафиновых углеводородов (рисунок 1.).

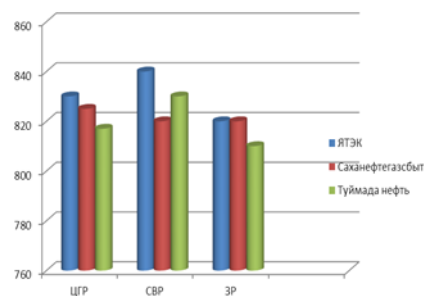


Рисунок 1. Распределение плотности при 20 °С

Figure 1. Density distribution at 20 °C

Вязкость – показатель прокачиваемости топлива [1]. При слишком высокой вязкости снижается степень распыления, но и снижение вязкости приводит к увеличению износа топливopовода. У представленных образцов дизельного топлива вязкость лежит в интервале от 1,6 до 2,9 мм²/с (сСт), что отвечает требованиям ГОСТ 305-82 (рисунок 2).

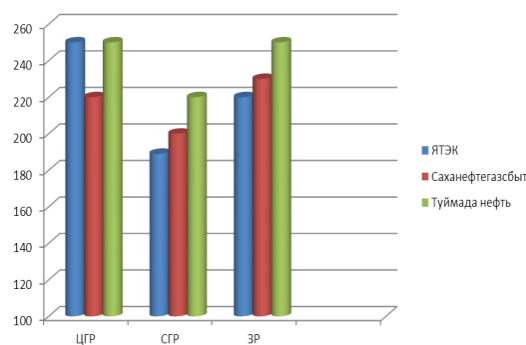


Рисунок 2. Распределение значений кинематической вязкости при 20 °С мм²/с (сСт)

Figure 2. The distribution of values of kinematic viscosity at 20 °C mm²/s (cSt)

Фракционный состав дизельного топлива оказывает большое влияние на скорость его испарения и образования смеси с воздухом после впрыска. Однако облегчение фракционного состава ухудшает воспламенительные свойства дизельного топлива [2].

По ГОСТу оптимальная перегонка 50% объема топлива должна испариться при температуре не выше 255 °С. У образцов арктического дизельного топлива, представленных на исследование, значение отвечает требованиям ГОСТ, однако у образца № 1 СГР слишком облегченный состав. Это свидетельствует о том, что возможно дизельное топливо было смешано с бензиновыми фракциями. (рисунок 3). Интервал испарения 96% объема топлива лежит от 280 до 330 °С (рисунок 4), что соответствует ГОСТ.

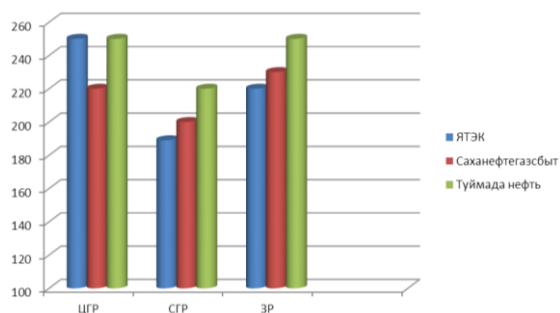


Рисунок 3. Распределение значений фракционного состава 50% разгонки

Figure 3. Distribution of values of fractional composition of 50% of acceleration

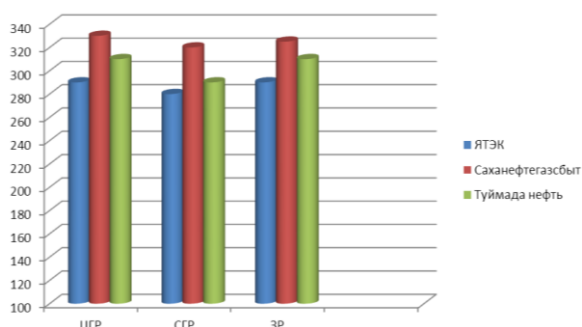


Рисунок 4. Распределений значений фракционного состава 96%

Figure 4. Distributions of values of the fractional composition 96%

ГОСТ 305-82 регламентирует только одну температуру (температуру застывания) из низкотемпературных свойств.

Температура застывания, определенная по стандартной методике, считается весьма приближенным показателем и не соответствует температуре потери подвижности нефтепродукта в условиях практического применения. Однако эта методика является простой и применяется для контроля качества нефтепродуктов. Застывание нефтепродукта связано с наличием в нем твердой фазы (выкристаллизовавшихся при низких температурах твердых углеводородов) [3]. Из исследуемых образцов арктического дизельного

топлива наименьшей температурой застывания обладает топливо № 1 СГР, а наибольшей – № 2 ЦГР, № 2 СГР (рисунок 5)

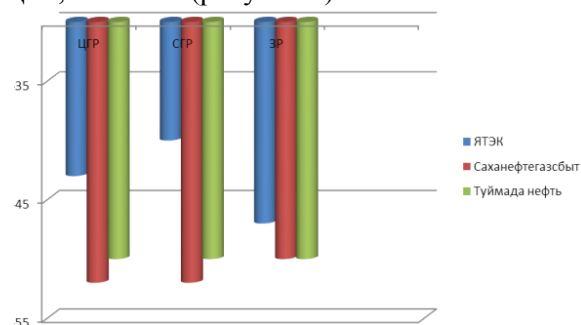


Рисунок 5. Распределение значений температуры застывания, °С

Figure 5. The distribution of values of the freezing temperature, °С

Температуры помутнения и начала кристаллизации характеризуют содержание в топливе воды и парафина: чем ниже температура помутнения топлива, тем меньше в нем содержится растворенной воды и парафина [4]. Интервал температуры помутнения у исследуемых образцов лежит от -28 (наименьшая у образца № 1 ЦГР) до -32 °С (наибольшая у образцов № 2 ЦГР и № 3 ЦГР) (рисунок 6).

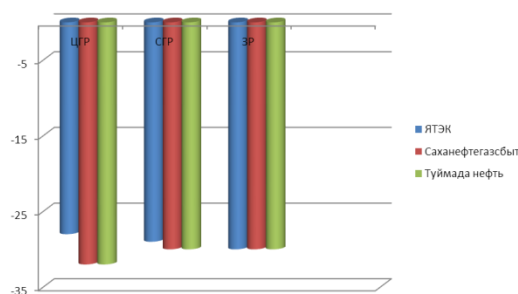


Рисунок 6. Распределение значений температуры помутнения, °С

Figure 6. The distribution of values of cloud temperature, °С

Предельная температура фильтруемости (ПТФ) – это характеристика топлива, указывающая на максимально низкую температуру, при которой оно еще способно проходить через фильтр или полностью теряет эту способность (или же 20 см³ фильтруются дольше мин) [5]. Максимальная ПТФ по результатам исследования оказалась у образца № 2 СГР (- °С), а минимальная ПТФ у образца № 1 СГР (-36 °С).

Заключение

Результаты исследований показали, что:

- наибольшей плотностью обладает топливо № 1 СГР, а наименьшей – топливо № 3 ЗР;
- наибольшей вязкостью обладает топливо № 2 СГР, а наименьшей – № 2 СГР;

- наибольшей испаряемостью обладает топливо № 1 СГР;
- самая низкая температура застывания у топлив № 2 ЦГР и № 2 СВР, равная -52 °С;
- самая низкая температура помутнения у топлив № 2 ЦГР и № 3 ЦГР, равная -32 °С;

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Носова Е.В., Сапрыгина В.Н. Экспериментальное исследование качества дизельного топлива // Вестник ИрГТУ. 2011. № 6(53). С. 69–72.
- 2 Белянин Б.В., Эрих В.Н. Технический анализ нефтепродуктов и газа. Ленинград: Химия, 1975. 336 с.
- 3 Ахметов С.А. Глубокая переработка нефти. Уфа, 2002. 453 с.
- 4 Дехтерман А.Ш. Переработка нефти по топливному варианту. Москва: Химия, 1988. 96 с.
- 5 Мусина Г.Ш., Линькова Т.С., Хабибрахманова О.В. Разработка высокотехнологичного производства высокооктановых компонентов моторного топлива из возобновляемого растительного сырья // Вестник ВГУИТ. 2018. №2. С. 264-269. doi: 10.20914/2310-1202-2018-2-264-269
- 6 Brando L., Suarez P. Determination of the alternative butanol/gasoline and butanol/diesel fuel blends heats of combustion by a heat-loss compensated semi-microcalorimeter // Journal of thermal analysis and calorimetry. 2018. V. 132. № 3. P. 1953-1960.
- 7 Soldi R.A., Oliveira A.R.S., Barbosa R.V., Cesar-Oliveira V.A.F. Polymethacrylates: Pour point depressants in diesel oil // European Polymer Journal. 2007. V. 43. № 8. P. 3671-3678. doi: 10.1016/j.eurpolymj.2006.07.021
- 8 Данилов А.М., Шевченко Е.Б. О производстве дизельных топлив в соответствии с регламентом таможенного союза // Двигателестроение. 2012. № 4. С. 42-44.
- 9 Зинина Н.Д., Тимашова А.Л., Павловская М.В., Гришин Д.Ф. Противоизносная присадка к дизельному топливу с ультранизким содержанием серы // Нефтехимия. 2014. Т. 54. № 5. С. 399.
- 10 Татаров Л.Г., Степанидина О.Н., Тарасов Ю.С. Качество дизельного топлива // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 1 (6). С. 57-59.
- 11 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.
- 12 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.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Елизавета Л. Иовлева к.т.н., доцент, кафедра машиноведения автомобильного факультета, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, ул. Белинского 58, г. Якутск, 677000, Россия, Elizaveta-iovleva@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Елизавета Л. Иовлева полностью подготовила рукопись и несет ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.06.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 03.08.2018

- Самая низкая ПТФ у топлива № 1 СГР, равная -36 °С.

Мониторинг качества показал, что привозимое арктическое дизельное топливо не обладает высоким качеством, регламентируемым государственными стандартами.

REFERENCES

- 1 Nosova E.V., Saprygina V.N. Experimental study of the quality of diesel fuel. *Vestnik IrGTU* [Vestnik IrSTU]. 2011. no. 6 (53). pp. 69–72. (in Russian)
- 2 Belyanin B.V., Erich V.N. Tekhnicheskij analiz nefteproduktov i gaza [Technical analysis of oil products and gas]. Leningrad, Chemistry, 1975. 336 p. (in Russian)
- 3 Akhmetov SA Deep processing of oil. Ufa, 2002. 453 p. (in Russian)
- 4 Dehterman A. Sh. Oil refining in the fuel variant Moscow: Chemistry, 1988. 96 p. (in Russian)
- 5 Musina G.S., Linkova T.S., Khabibrakhmanov O.V. Development of high-tech production of high-octane components of motor fuel from renewable vegetable raw materials. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. no. 2. pp. 264-269. doi: 10.20914/2310-1202-2018-2-264-269 (in Russian)
- 6 Brando L., Suarez P. Determination of the alternative butanol/gasoline and butanol/diesel fuel blends heats of combustion by a heat-loss compensated semi-microcalorimeter. *Journal of thermal analysis and calorimetry*. 2018. vol. 132. no. 3. pp. 1953-1960.
- 7 Soldi R.A., Oliveira A.R.S., Barbosa R.V., Cesar-Oliveira V.A.F. Polymethacrylates: Pour point depressants in diesel oil. *European Polymer Journal*. 2007. vol. 43. no. 8. pp. 3671-3678. doi: 10.1016/j.eurpolymj.2006.07.021
- 8 Danilov A.M., Shevchenko E.B. On the production of diesel fuels in accordance with the regulations of the Customs Union. *Dvigatelsestroenie* [Engine building]. 2012. no. 4. pp. 42-44. (in Russian)
- 9 Zinina N.D., Timashova A.L., Pavlovskaya M.V., Grishin D.F. Antiwear additive for diesel fuel with ultra low sulfur content. *Neftekhimiya* [Petrochemistry]. 2014. vol. 54. no. 5. pp. 399. (in Russian)
- 10 Tatarov L.G., Stepanidina O.N., Tarasov Yu.S. Diesel quality. *Vestnik Ulyanovskoj gosudarstvennoj sel'skhozaystvennoj akademii* [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy]. 2008. no. 1 (6). pp. 57-59. (in Russian)
- 11 Iovleva E.L., Zaharova S.S., Lebedev M.P., Popova L.I. Prospects for improving the low-temperature characteristics of diesel fuel fractions. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Saratov State Technical University]. 2013. vol. 2. no. 2 (71). pp. 116-120. (in Russian)
- 12 Ishkov A.M., Iovleva E.L. The effect of fuel quality on the reliability of diesel engines in the north. *Nauka i obrazovanie* [Science and education]. 2015. no. 1 (77). pp. 65-70. (in Russian)

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@yandex.ru

CONTRIBUTION

Elizaveta L. Iovleva fully prepared the manuscript and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The author declares no conflict of interest.

RECEIVED 6.20.2018

ACCEPTED 8.3.2018