



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ
УДК 665.75:621.436(470.1/.2)(98)
DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2022-20-6-2>

Получение низкозастывающего дизельного топлива для надёжной работы техники в районах Крайнего Севера и Арктики



Елизавета ИОВЛЕВА



Михаил ЛЕБЕДЕВ



Надежда ФИЛИПОВА

Елизавета Лонгиновна Иовлева¹, Михаил Петрович Лебедев², Надежда Анатольевна Филиппова^{1,3}

¹ Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, Якутск, Россия.

² Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук, Якутск, Россия.

³ Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, Москва, Россия.

✉ ³ uten@bk.ru.

АННОТАЦИЯ

В Республике Саха (Якутия) функционирует множество автотранспортных средств для перевозки продовольствия и товаров первой необходимости. Как правило, по таким дорогам ездят автомобили, работающие на дизельном двигателе. Несмотря на трудности в эксплуатации дизельной техники при экстремально низких температурах, дизельная техника намного мощнее и экономичнее бензиновой. Проблемы с запуском и работой дизельного двигателя связаны с низкотемпературными свойствами дизельного топлива. Процесс переработки нефти для создания зимнего сорта дизельного топлива сопровождается большими затратами и сложной технологией, потому что необходимо удалить парафиновые углеводороды.

Поэтому сегодня актуально производство зимних сортов дизельного топлива путём компаундирования депрессорной присадки и летнего сорта топлива. При использовании присадок возникают проблемы с выбором их кон-

центрации. Те пределы, которые рекомендует производитель, в реальной жизни показывают отрицательный результат.

В Якутии отсутствует широкий спектр таких присадок, поэтому авторы остановили свой выбор для проведения экспериментов присадках Dewaxol, которые уменьшают отложения при перевозке топлива. В ходе изучения воздействия присадки Dewaxol, в составе которой были амиды и имиды моно- и дикарбоновых кислот, на дизельное топливо было рассмотрено, как при различных концентрациях присадки и температуре нагрева топлива снижается температура помутнения и улучшается седиментационная устойчивость. Метод наименьших квадратов позволил описать оптимальную концентрацию депрессорной присадки. В результате исследования выяснилось, что наилучшей седиментационной устойчивостью обладает топливо с высоким содержанием депрессорно-диспергирующей присадки.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, двигатель дизельный, зимнее дизельное топливо, депрессорно-диспергирующие присадки, температура помутнения, седиментационная устойчивость.

Для цитирования: Иовлева Е. Л., Лебедев М. П., Филиппова Н. А. Получение низкозастывающего дизельного топлива для надёжной работы техники в районах Крайнего Севера и Арктики // Мир транспорта. 2022. Т. 20. № 6 (103). С. 14–17. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2022-20-6-2>.

Полный текст статьи на английском языке публикуется во второй части данного выпуска.
The full text of the article in English is published in the second part of the issue.

ВВЕДЕНИЕ

Республика Саха (Якутия) расположена на огромной территории Северо-Востока Российской Федерации. Многие населённые пункты находятся в районе Крайнего Севера. Сложная транспортно-логистическая система региона предполагает доставку жизненно необходимых грузов и товаров первой необходимости летом – речным транспортом в период навигации, а зимой – по автозимникам.

Большие грузовые автомобили, специальная дорожно-строительная техника снабжены двигателем внутреннего сгорания, работающим на дизельном топливе, и именно дизельную технику эксплуатируют в районах Крайнего Севера по бездорожью в силу её мощной и легко управляемой тяги [1].

Использование некачественного дизельного топлива влияет на работоспособность техники на Севере. Например, неудовлетворительное качество топлива затрудняет работу топливного насоса высокого давления, а также существенно повышает расход топлива. Поэтому возникает задача улучшения эксплуатационных качеств дизельного топлива в холодный период времени [2].

Запуск дизельного двигателя зимой осложняется отрицательными температурами, которые влияют на застывание и помутнение топлива [3]. Низкотемпературные свойства дизельного топлива характеризуются образованием и ростом кристаллов *n*-парафина, что влияет на работу фильтрующих элементов, топливного провода

и топливного бака. Как показывает мировой опыт, самым экономически целесообразным и менее энергоёмким является применение депрессорных присадок, использование которых отображено в работах авторов [4–15].

Самым важным моментом в использовании присадок является определение их оптимальной концентрации.

Целью исследования, результаты которого изложены в статье, являлось определение оптимальной концентрации депрессорной присадки. В качестве примера присадки, уменьшающей отложения при перевозке топлива в цистернах была выбрана присадка Dewaxol 7801.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Материалы и методология

В состав присадки Dewaxol 7801 входят сополимеры и поверхностно-активные вещества (ПАВ). Концентрации присадки Dewaxol 7801 для исследования были взяты в следующем объёме: 0,05 % масс., 0,1 % масс., 0,2 % масс. Технология компаундирования присадки с топливом была следующей: топливо нагревалось до 40°, 50°, 60°C, присадка до 30°C, компоненты смешивались в миксере с чашей.

Всего было заготовлено девять образцов:

- Образец № 1. Концентрация присадки 0,05 % масс., температура ДТ 40°C.
- Образец № 2. Концентрация присадки 0,1 % масс., температура ДТ 40°C.
- Образец № 3. Концентрация присадки 0,2 % масс., температура ДТ 40°C.

Таблица 1

Температура помутнения дизельного топлива с депрессорно-диспергирующей присадкой Dewaxol 7801 при температурах нагрева топлива до 40°C, 50°C, 60°C [выполнено авторами]

Концентрация присадки, % масс.	Температура помутнения топлива, °C		
	40°C	50°C	60°C
0,05	-6		
0,1	-8		
0,2	-5		
0,05		-9	
0,1		-10	
0,2		-7	
0,05			-10
0,1			-12
0,2			-11



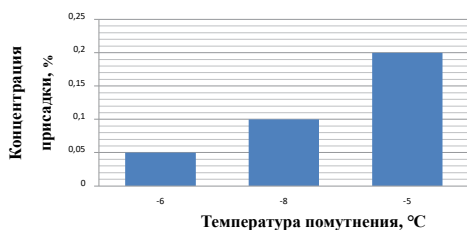


Рис. 1. График корреляционной зависимости температуры помутнения от концентрации ДДП Dewaxol 7801 образцов 1, 2 и 3 [выполнено авторами].

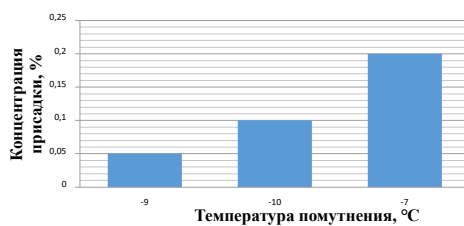


Рис. 2. График корреляционной зависимости температуры помутнения от концентрации ДДП Dewaxol 7801 образцов 4, 5 и 6 [выполнено авторами].

- Образец № 4. Концентрация присадки 0,05 % масс., температура ДТ 50°C.
- Образец № 5. Концентрация присадки 0,1 % масс., температура ДТ 50°C.
- Образец № 6. Концентрация присадки 0,2 % масс., температура ДТ 50°C.
- Образец № 7. Концентрация присадки 0,05 % масс., температура ДТ 60°C.
- Образец № 8. Концентрация присадки 0,1 % масс., температура ДТ 60°C
- Образец № 9. Концентрация присадки 0,2 % масс., температура ДТ 60°C.

Седиментацию измеряли по методу одновременного определения седиментационной устойчивости.

Опытная часть исследования

Для опытной части исследования было взято летнее дизельное топливо, которое состояло из 25 % парафиновых, 50 % нафтеновых, 15 % ароматических углеродов.

Итоги испытаний проб дизельного топлива с ДДП Dewaxol 7801 приведены в табл. 1.

Графики 1–3 показывают, что максимальный депрессорный эффект температуры помутнения достигается при 0,1 % масс. ДДП Dewaxol 7801 в дизельном топливе, причём интересно, что такая реакция возникает во всех нагретых образцах. Но особенно понизилась температура помутнения при нагреве дизельного топлива до 60°C.

При определении седиментационной устойчивости при длительном хранении образцы топлива с концентрацией присадки в 0,05 % масс. и 0,1 % масс. показали расслоение топлива. Причём температура нагрева топлива на устойчивость не влияла. Самую лучшую седиментационную устойчивость показали образцы топлива с концентрацией присадки с 0,2 % масс.

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что при увеличении концентрации присадки, улучшается седиментационная устойчивость. Причина такого поведения заключается в том, что диспергатор позволяет Н-парафинам находиться во взвешенном состоянии.

Во время исследования просматривалась закономерность: при увеличении температуры нагрева топлива, максимально снижалась температура помутнения. Объяснить такое поведение, можно принципом действия присадки. Молекула депрессора воспрепятствует в сближении, кристаллизации и увеличении размеров Н-парафинов [6]. В подогретом топливе парафины полностью растворились и поэтому получили максимальный депрессорный эффект.

Также это можно объяснить тем, что высокая плотность и вязкость депрессорно-диспергирующей присадки в хорошо прогретом топливе снизилась, несмотря на то, что и присадка была нагрета до 30°C, и вследствие чего, получили хорошее компаундирование присадки с топливом.

Поэтому максимально снизилась температура помутнения при температуре нагрева топлива 60°C, когда парафины максимально были растворены.

Молекула диспергатора содержит длинную углеводородную функциональную группу, которая на поверхности только появившихся кристаллов образует электрический заряд, впоследствии эти молекулы отталкиваются друг от друга.

ВЫВОДЫ

Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что максимальный депрессорный эффект достигается при температуре нагрева

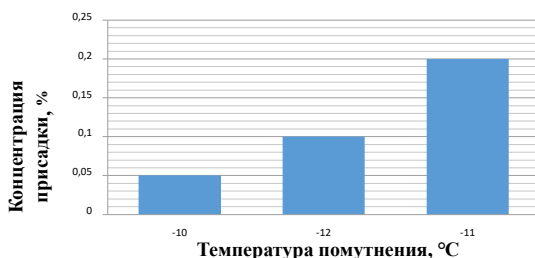


Рис. 3. График корреляционной зависимости температуры помутнения от концентрации ДДП Dewaxol 7801 образцов 7, 8 и 9 [выполнено авторами].

топлива 60°C, концентрация присадки, при которой можно получить понижение температуры помутнения, – 0,1 % масс., седиментационная устойчивость топлива достигается при высокой концентрации присадки в 0,2 % масс.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Iovleva, E. L., Kirikova, N. V., Borisov, A. A., Stepanov, P. A. The impact of the quality of diesel fuel on the efficiency of engines. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, Vol. 632 (1), 012002. DOI: 10.1088/1757-899X/632/1/012002.
- Iovleva, E. L. Use of a depressant-dispersant additive during storage of diesel fuel. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 990, 2022, 012003, 6 p. DOI: 10.1088/1755-1315/990/1/012003.
- Ramazanov, Y. B. Depressor additive for oil pumping. Chemical Problems, 2021, Iss. 3 (19), pp. 143–149. DOI: 10.32737/2221-8688-2021-3-143-149.
- Кондрашева Н. К., Еремеева А. М., Нелькенбаум К. С. Разработка отечественной технологии получения высококачественного экологически чистого дизельного топлива // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2018. – Т. 61. – Вып. 9–10. – С. 76–82. DOI: 10.6060/ivkkt.20186109-10.5651.
- Кондрашева Н. К., Кондрашев Д. О., Еремеева А. М. Получение и исследование биодизельного топлива на основе растительного сырья // Академический журнал Западной Сибири. – 2014. – Т. 10. – № 2 (51). – С. 24–25. [Электронный ресурс]: <https://s2.siteapi.org/2272b53cc9c3a55/docs/cxsit1q03sgso0gc8oko8s4w00ksog>. Доступ 24.10.2022.
- Еремеева А. М. Разработка и исследование экологически чистого дизельного топлива с присадками и биодобавками // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 11. – С. 1861–1865. [Электронный ресурс]: <http://e-koncept.ru/2016/86399.htm>. Доступ 24.10.2022.
- Litvinets, I. V., Prozorova, I. V., Yudina, N. V., Kazantsev, O. A., Sivokhin, A. P. Effect of ammonium-containing polyalkyl acrylate on the rheological properties of crude oils with different ratio of resins and waxes. Journal

of Petroleum Science and Engineering, 2016, Vol. 146, pp. 96–102. DOI: 10.1016/j.petrol.2016.04.026.

8. Mustafaev, N. P., Efendieva, K. K., Akchurina, T. K. Synthesis of 2-Sulfanylidene-1,3-thiazolidin-4-one Derivatives. Russian Journal of Organic Chemistry, 2017, Vol. 53 (12), pp. 1860–1863. DOI: 10.1134/S1070428017120132.

9. Novotorzhina, N. N., Sujayev, A. R., Gahramanova, G. A., Safarova, M. R., Ismailov, I. P., Musayeva, M. A., Mustafayeva, Y. S. Unsymmetrical disulphides as additives to transmission oils. Kimya Problemleri, 2022, Vol. 20 (3), pp. 264–270. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49367714>. Доступ 24.10.2022.

10. Wahlen, C., Blankenburg, J., Von Tiedemann, P., Ewald, J., Sajkiewicz, P., Müller, A. H., Frey, H. Tapered multiblock copolymers based on farnesene and styrene: impact of biobased polydiene architectures on material properties. Macromolecules, 2020, Vol. 53 (23), pp. 10397–10408. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.macromol.0c02118>.

11. Iovleva, E. L. Reducing Diesel Fuel Depression Using a Depressor-Dispersing Additive. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, Vol. 666 (4), 042019. DOI: 10.1088/1755-1315/666/4/042019.

12. Loizzo, M. R., Tundis, R., Conforti, F., Saab, A. M., Statti, G. A., Menichini, F. Comparative chemical composition, antioxidant and hypoglycaemic activities of Juniperus oxycedrus. Food Chemistry, 2007, Vol. 105 (2), pp. 572–578. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.04.015.

13. Жирнов Б. С., Хайрудинов И. Р., Сидрачева И. И. Подбор катализатора для проведения бутанолиза триглицеридов рапсового масла. Нефтепереработка и нефтехимия. – 2009. – № 1. – С. 40–42.

14. Иовлева Е. Л., Лебедев М. П. Определение концентрации депрессорной присадки в составе дизельного топлива, полученного из талаконской нефти // Химическая технология. – 2016. – Т. 17. – № 6. – С. 251–255. [Электронный ресурс]: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26189875> [ограниченный доступ].

15. Иовлева Е. Л., Захарова С. С., Попова Л. И. Перспективы улучшения низкотемпературных характеристик фракций дизельного топлива // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 2. – № 2 (71). – С. 116–120. [Электронный ресурс]: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20313133>. Доступ 17.10.2022. ●

Информация об авторах:

Иовлева Елизавета Лонгиновна – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой машиноведения Северо-Восточного федерального университета имени М. К. Аммосова, Якутск, Россия, elizabetha-iovleva@yandex.ru.

Лебедев Михаил Петрович – доктор технических наук, член-корреспондент РАН, генеральный директор Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ЯНЦ СО РАН), Якутск, Россия, t.p.lebedev@prez.usn.ru.

Филиппова Надежда Анатольевна – доктор технических наук, профессор Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета, Москва; профессор Северо-Восточного федерального университета имени М. К. Аммосова, Якутск, Россия, uten@bk.ru.

Статья поступила в редакцию 24.10.2022, одобрена после рецензирования 05.12.2022, принята к публикации 12.12.2022.

