

УДК 656 (075)

**ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МАСЕЛ  
РАБОТАЮЩИХ В ДВИГАТЕЛЯХ ГОРНОТРАНСПОРТНОМ  
ОБОРУДОВАНИИ**

**Алимова Зебо Хамидуллаевна**  
(к.т.н., профессор);

**Ниязова Гулхаё Парпиена**  
(старший преподаватель);

**Сабирова Дилорам Кабуловна**  
(к.т.н. доцент)

\*e-mail: zeboalimova7841@mail.ru

**Аннотация.** *Целью данной работы является исследование эксплуатационных характеристик моторных масел работающих в двигателях тяжелонагруженных горнотранспортном оборудовании. Проведены исследования эксплуатационных характеристик моторного масла SAE15W-40, API CI-4 применяемого в дизельных двигателях работающих тяжелонагруженном горнотранспортном оборудовании. Изучены основные физико-химические показатели свойств (вязкость, щелочное число, температура вспышки и др.), влияющих на эксплуатационные характеристики масла. Для реализации поставленной цели нами отбирались пробы моторного масла SAE15W-40, API CI-4 с автосамосвала БелАЗ-75310 в условиях деятельности «Навоийский ГМК» и подвергались анализам по основным показателям качества.*

**Ключевые слова:** *моторное масло, окисление, загрязненность смазочных масел, процесс образования отложений, высокотемпературные отложения, продукты окисления, долговечность, запыленность воздуха.*

В последние годы все большее признание получает представление о смазочных маслах как элементе конструкции двигателя. Физико-химические показатели работающего масла могут служить диагностическим параметром, по которому без разборки агрегата можно оценить не только исправность объекта в момент диагностирования, но и возможность дальнейшего безотказного его использования в течение определенного периода

Целью данной работы является исследование эксплуатационных характеристик моторного масла SAE15W-40, API CI-4 применяемого в дизельных двигателях работающих тяжелонагруженном горно-транспортном оборудовании. Самосвалы БелАЗ-75310 как транспорт рабочей зоны карьера, в наибольшей степени подвержены воздействию усложняющихся с глубиной горнотехнических условий разработки.

Для реализации поставленной цели нами отбирались пробы моторного масла SAE15W-40, API CI-4 с автосамосвала БелАЗ-75310 в условиях деятельности «Навоийский ГМК» и подвергались анализам по основным показателям качества.

Основными критериями при определении качества масел и пригодности к применению в автотранспорте и технологическом оборудовании являлись:

- отсутствие аварийных остановок при эксплуатации автотранспорта и технологического оборудования на испытуемом масле на протяжении всего срока испытания;
- отсутствие негативного влияния масла на работу и состояние ДВС в процессе испытания (определяется по спектральному и физико-химическому анализу);
- соответствие фактического ресурса масла установленному регламентированному сроку замены масла в ДВС.

Экспериментальные данные показателей качества свежего моторного масла марки SAE15W-40, API CI-4 приведены в таблице 1.

Показатели качества свежего моторного масла марки SAE15W-40, API CI-4

Таблица 1

Марка масла	Плотность при 20°C, кг/м <sup>3</sup>	Кинематическая вязкость при 100°C, <u>сСт</u>	Температура вспышки в открытом тигле, °C	Щелочное число, мг КОН/г
SAE15w40, API CI-4	886,0	15,3	224	10,2

Результаты спектрального анализа активных элементов свежего моторного масла марки SAE15W-40, API CI-4 с двигателя автосамосвала БелАЗ-75310

Спектральный анализ свежего моторного масла марки SAE15W-40, API CI-4

Таблица 2

Наименование пробы	Al	<u>Cr</u>	Fe	Pb	<u>Cu</u>	Ni	<u>Si</u>	<u>Sn</u>	<u>Mo</u>
Моторное масло SAE15w40, API CI-4	0.52	0.16	0.13	0.22	0.05	0.05	2.38	0.14	75.30

Согласно результатам спектрального анализа в масле марки SAE15W-40, API CI-4 содержатся противоизносные присадки молибдена (Mo).

В современных дизелях для улучшения противоизносных свойств моторных масел в условиях повышенных нагрузок к ним добавляют дисперсии сульфида молибдена. При введении 1% дисульфида молибдена в масла снижаются трение и износ трущихся деталей, главным образом в условиях граничной смазки.

Для диагностики двигателя обычно рекомендуется в маслах определить кинематическую вязкость, температуру вспышки, щелочное и кислотное числа, содержание воды и загрязнений, плотность, цвет масла и др. Комплексный анализ результатов данных показателей позволяет провести диагностику состояния двигателя с малыми трудозатратами и определённой достоверностью. В процессе эксплуатации

подконтрольных автомобилей произведены исследования проб свежего масла, работающего и отработанного с фиксированием пробега.

Для диагностирования состояния отдельных узлов и агрегатов, отбирали пробу масла в количестве 0,3–0,5л. Изучены основные физико-химические показатели свойств (кинематическая вязкость, щелочное число, содержание влаги, температура вспышки в открытом тигле), влияющих на эксплуатационные характеристики масла.

Экспериментальные данные показателей качества работавшего моторного масла SAE15W-40, API CI-4

Таблица 3

Наработка масла м/ч	Температура вспышки, °С	Кинематич. вязкость при 100 °С, сСт	Окисление	Нейтрализация	Общее щелочное число, мг КОН/г
0	224	15.30	0.00	0.00	9.30
50	215	14.32	0.02	0.01	9.21
100	210	13.93	0.02	0.02	9.05
150	204	13.88	0.03	0.03	8.01
200	202	13.50	0.04	0.03	7.63
250	195	13.04	0.05	0.04	6.95
300	189	12.95	0.06	0.05	5.73

Как следует из таблицы 3 отклонения качественные показатели (вязкость, щелочное число и температура вспышки) стали заметными при пробеге самосвала 200 м/ч и более. В процессе работы вязкость масла уменьшилось до 12,95. Связано это с изменениями структурно-группового состава и попаданием топлива.

Весьма важными показателями качества масла и его работо-способности является щелочность и водородный показатель – главные критерии оценки срабатываемости присадки. Щелочное число является условной мерой способности масла нейтрализовать кислоты, образующиеся из продуктов сгорания топлива и окисления основы масла. Щелочность, обусловленная наличием щелочных присадок, расходуется на нейтрализацию кислот с разной скоростью. Пределом работоспособности масел очень часто считают равенство общего щелочного числа общему кислотному числу.

Допустимое значение щелочного числа ограничивается 1,5...2,0 мг КОН/г, или 50 % щелочного числа свежего масла. Эксплуатация двигателя на масле с щелочным числом ниже предельного ведёт к ускоренному износу поршневых колец и цилиндров, иногда наблюдается интенсификация лако- и нагарообразования. Низкое щелочное число приводит к коррозии и разрушению наиболее уязвимых деталей двигателя, в частности вкладышей подшипников коленчатого вала. В длительно работающем масле первоначально введённые присадки могут быть полностью израсходованы, например, при нейтрализации карбоновых кислот, однако их соли(продукты нейтрализации) становятся носителями щелочности в работающем масле, а щелочное число увеличивается.

Моторное масло должно обладать определенной щелочностью для сохранения моющих свойств, способности к нейтрализации кислот и подавления процессов

коррозии. Способность смывать загрязнения внутри двигателя является одной из важнейших характеристик современного масла, так как безотказная работа двигателя в течение продолжительной эксплуатации возможна только при сохранении чистоты всех его деталей. Чистыми должны быть кольцевые канавки поршней, чтобы кольца не теряли подвижность, сами поршни, чтобы обеспечить отвод тепла, а также масляные каналы, клапанный механизм, кулачки и другие трущиеся детали.

Чем больше щелочное число, тем большее количество кислот, образующихся при окислении масла и сгорании топлива, может быть переведено в нейтральные соединения. В противном случае эти кислоты вызывают коррозионный износ деталей двигателя и усиливают процессы образования отложений.

Из таблицы 3 видно, что щелочное число в процессе работы снизилось с величины 9,31 до 5,73.

Температура вспышки масла является показателем наличия в нём фракций дистиллятных топлив. Она изменяется при попадании в него несгоревшего топлива, и утечках топлива.

Для работающих масел предельное значение температуры вспышки составляет 170–180 °С, а для высоковязких масел с высокой температурой вспышки считают предельным снижение температуры вспышки на 40–50°С. При попадании в масло 1% бензина температура вспышки снижается с 200 до 170°С, а наличие в масле 6% бензина снижает её почти в 2 раза. Разжижение масла топливом вызывает резкое ухудшение его противоизносных свойств, ускоряет процессы нагаро- и лакообразования на поршнях.

Как следует из таблицы 3 температура вспышки – 189°С приблизилась к браковочному значению, что свидетельствует о необходимости замены и невозможности дальнейшего применения этого масла без снижения эксплуатационной надежности двигателя.

Ресурс работы масла обусловлен главным образом его моющими свойствами, поэтому почти во всех моторных испытаниях моющим свойствам уделяют большое внимание. Двигатель загрязняется ввиду интенсивного окисления масла, контактирующего с горячими поверхностями деталей. При работе дизеля на постоянном режиме скорость истощения щелочности масла пропорциональна расходу топлива.

В настоящее время исследования продолжают по исследования эксплуатационных показателей моторных масел работающих в двигателях тяжелонагруженном горнотранспортном оборудовании в высокой запыленности воздуха.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Смирнов А. В. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учеб. пособие / НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2004. – 348 с.
2. Кириченко Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учебное пособие.–М.: Издательский центр «Академия» 2012.-208стр.
3. Hamidullayevna, A. Z., & Ismailovich, I. K. Causes of changes in the properties of motor oils in the high temperature zone of the engine. American Journal Of Applied Science And Technology, 3(01), 01-05.
4. Khamidullaevna, A. Z., & Faxriddin, S. (2022). The aging process of motor oils during operation. European International Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies, 2(06), 166-169.
5. Alimova Zebo, & Usmanov Ilkhomjon. (2022). The dependence of the wear of engine parts on the evaporation temperature of gasoline. The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research, 4(03), 7–11.
6. Xamidullayevna, A. Z., & Parpiyevna, N. G. (2022). Research of the mechanism of action of the protective properties of inhibited compositions. The American Journal of Engineering and Technology, 4(02), 19-22.
7. Джерихов В.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. пособие. гос. архит.-строит. ун-т. – СПб., 2009. – 256 с.
8. Dr. Zebo X. Alimova, Ilkhom Sh. Usmonov, Fahriddin I. Sidikov, & Dr. Anvar G. Kodirov. (2021). Influence Of Gasoline Evaporation Temperature For Engine Running. The American Journal of Engineering and Technology, 3(12), 90–94.
9. Hamidullayevna, A. Z., & Ismailovich, I. K. (2023). Causes of changes in the properties of motor oils in the high temperature zone of the engine. American Journal of Applied Science and Technology, 3(01), 1-5.
10. Xamidullaevna, A. Z., & Ilhomovna, Y. I. (2023). Benzinli dvigatellarda detonatsiyaning kelib chiqish sabablarini o'rganish. WORLD OF SCIENCE, 6(11), 176-179.
11. ALIMOVA, Z. (2011). Transport vositalarida ishlatiladigan ekspluatatsion materiallar.
12. Zebo, A., & Bakhtiyor, S. (2022). Oxidation of motor oils during operation engines in military equipment.
13. Собиржонов, А., Алимова, З. Х., Ниязова, Г. П., & Абдухалилов, Х. Т. (2015). Улучшение экологических показателей защитных и смазочных материалов. In Сборники конференций НИЦ Социосфера (No. 8, pp. 21-23). Vedecko vydavatel'ske centrum Sociosfera-CZ sro.
14. Алимова, З. Х., Ниязова, Г. П., Актамова, С., & Янгиева, И. И. (2023). UDK 656 (075) Образование токсичных компонентов в продуктах сгорания. Новости образования: исследование в XXI веке, 2(14), 481-484.
15. Khamidullaevna, A. Z., Parpiena, N. G., & Kabulovna, S. D. (2022). Study of the Work of the Boundary Layers of Lubricants Materials. Academicia Globe: Inderscience Research, 3(12), 119-122.

16. Алимова, З., Ниязова, Г., & Сабирова, Д. (2022). Исследование срабатывания присадок моторных масел в процессе эксплуатации двигателя. Академические исследования в современной науке, 1(18), 269-275.

17. Алимова, З., Усмонов, З., & Абдуразаков, А. (2023). Влияние свойств моторных масел на процессы в смазочных системах поршневых двигателей. Евразийский журнал академических исследований, 3(2 Part 3), 37-41.

18. Алимова, З. Х., Собирова, Д. К., & Шамансуров, Б. Влияние изменения вязкостных показателей моторных масел на работу деталей двигателя. Научный импульс, 44.