

4. Ахадов, Я. Ю. Диэлектрические свойства чистых жидкостей. М. : Издательство стандартов, 1972. – 431 с.

5. Саблина, З. А. Лабораторные методы оценки свойств моторных и реактивных топлив / З. А. Саблина, Г. Б. Широкова, Т. И. Ермакова. – М. : Химия, 1978. – 240.

Представлено 10.05.2024

УДК 656 (075)

**ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА МОТОРНЫХ МАСЕЛ,
РАБОТАЮЩИХ В ЖАРКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ
УСЛОВИЯХ**

RESEARCH ON THE QUALITY OF MOTOR OILS OPERATING
IN HOT CLIMATIC CONDITIONS

Алимова З.¹, канд. техн. наук, проф.,
Каримова К.², д-р филос. по техн. наукам,

¹Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Узбекистан

²Джизакский политехнический институт, г. Джизак, Узбекистан

Z. Alimova¹, Ph. D. in Eng., Prof.,
K. Karimova², Doctor of philosophy (PhD) technical sciences,

¹Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

²Jizzakh polytechnic institute, Jizzakh, Uzbekistan

Целью данной работы является исследование эксплуатационных характеристик моторных масел, работающих в двигателях тяжело-нагруженного транспортного оборудования, в жарких климатических условиях. Проведены лабораторные исследования эксплуатационных характеристик моторного масла SAE15W-40, API CI-4, применяемого в дизельных двигателях, работающих в тяжело-нагруженном оборудовании. Учитывая все полученные

нами экспериментальные данные по изменению качественных показателей, мы рекомендуем дополнительно ввести в моторное масло присадки, которое состоит из фосфора 4,5 %, серы 14 %, молибдена 10,6 %.

The purpose of this work is to study the performance characteristics of motor oils operating in engines of heavily loaded transport equipment in hot climatic conditions. Laboratory studies of the performance characteristics of the SAE15W-40, API CI-4 engine oil used in diesel engines operating in heavy-duty equipment have been carried out. Taking into account all the experimental data we have obtained on changes in quality indicators, we recommend additionally introducing additives into the engine oil, which consists of phosphorus 4,5 %, sulfur 14 %, molybdenum 10,6 %.

Ключевые слова: моторное масло, окисление, загрязненность, отложения, долговечность, запыленность.

Keywords: engine oil, oxidation, contamination, deposits, durability, dustiness.

ВВЕДЕНИЕ

Применения масла при повышенных значениях температур окружающей среды (больше +40 °С) наблюдаются специфические отказы, вызванные ухудшением физико-механических свойств вследствие повышения температуры масла в картере двигателя. При повышении температуры масла в картере более 120 °С масло теряет свою вязкость и не способно образовывать надёжную пленку на трущихся деталях, а также обеспечить жидкостное трение в подшипниках, что также приводит к увеличению износа. Кроме того, дальнейшее повышение температуры масла на 10 °С увеличивает скорость окисления масла в 2 раза, значительно возрастает расход масла на угар. Увеличение температуры масла свыше 190–200 °С может спровоцировать его вспышку и горение.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Целью данной работы является исследование эксплуатационных характеристик моторного масла SAE15W-40, API CI-4 применяемого в дизельных двигателях работающих тяжело нагруженным оборудованием. Для реализации поставленной цели нами отбирались про-

бы моторного масла SAE15W-40, API CI-4 с автосамосвала БелАЗ-75310 и подвергались анализу по основным показателям качества.

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 0,3–0,5 л. Изучены основные физико-химические показатели свойств (кинематическая вязкость, температура вспышки в открытом тигле, щелочное число,), влияющих на эксплуатационные характеристики масла.

Таблица 1 – Экспериментальные данные показателей качества работавшего моторного масла SAE15W-40, API CI-4

Наработка масла, м/ч	Температура вспышки, °С	Кинематич. вязкость при 100 °С, сСт	Щелочное число, мг КОН/г
0	224	15,30	9,30
50	215	14,32	9,21
100	210	13,93	9,05
150	204	13,88	8,01
200	202	13,50	7,63
250	195	13,04	6,95
300	189	12,95	5,73

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

Весьма важными показателями качества масла и его работоспособности 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. 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 видно, что щелочное число в процессе работы снизилось с величины 9,31 до 5,73.

Температура вспышки масла является показателем наличия в нем 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 % топлива температура вспышки снижается с 200 °С до 170 °С, а наличие в масле 6 % топлива снижает ее почти в 2 раза. Разжижение масла топливом вызывает резкое ухудшение его противоизносных свойств, ускоряет процессы нагаро- и лакообразования на поршнях. Ресурс работы масла обусловлен главным образом его моющими свойствами, поэтому почти во всех моторных испытаниях уделяют боль-

шое внимание моющим свойствам моторных масел. При работе дизеля на постоянном режиме скорость истощения щелочности масла пропорциональна расходу топлива.

Учитывая все полученные нами экспериментальные данные по изменению качественных показателей (щелочное число и температура вспышки), мы рекомендуем дополнительно ввести в моторное масло присадку, которая состоит из молибдена, серы и фосфора. Анализы показывают, молибден в сочетании с серой и фосфором обладают весьма эффективными противокислительными свойствами. Данная присадка по сравнению с другими присадками достаточно эффективна и стабильна при относительно высоких температурах. Проверка нескольких десятков этих соединений в качестве присадок к маслам показала, что они весьма эффективны не только в свежих маслах, но в отработавших и регенерированных. В данной присадке содержание фосфора 4 %, серы 10 %, молибдена 6 % масс. Присадка полностью растворима в масле, в воде она не растворяется. Отличительная особенность данной присадки – ее работоспособность и эффективность проявляются при эксплуатации в условиях умеренных и высоких контактных напряжений. Они обладают достаточной термической и окислительной стабильностью. Поэтому она применима в качестве не только противоизносной, но и антиокислительной присадкой в моторных маслах, работающих в условиях жаркого климата и высокой запыленности воздуха. Данная присадка хорошо совмещается с присадками других типов, поэтому ее применяют загущенных и незагущенных моторных маслах различного назначения. Модель противоизносного действия сернистых соединений, предполагает адсорбцию поверхности металла и последующую диссоциацию молекул по связям S-S с образованием достаточно прочных соединений с металлом. Рекомендуемая концентрация присадки MoPS-14 в моторных маслах 1–5 %.

Для проведения экспериментов моторное масло SAE15W-40, API CI-4 с добавленной присадкой MoPS-14 подвергали анализу по физико-химическим показателям на соответствие требованиям. Определив растворение присадки в моторном масле, нами было определено физико-химические показатели (щелочное число и тем-

температура вспышки) моторного масла для различной концентрации присадок (рис. 1).

Для определения щелочного числа брали образцы масел с разными концентрациями MoPS-14 (1 %–5 %) присадки и определяли наиболее оптимальную концентрацию. Из результатов анализа нами было выбрано содержание MoPS-14 присадок 3 %, которое показывает оптимальное значение вязкости, щелочного числа и температуру вспышки (рис.1).

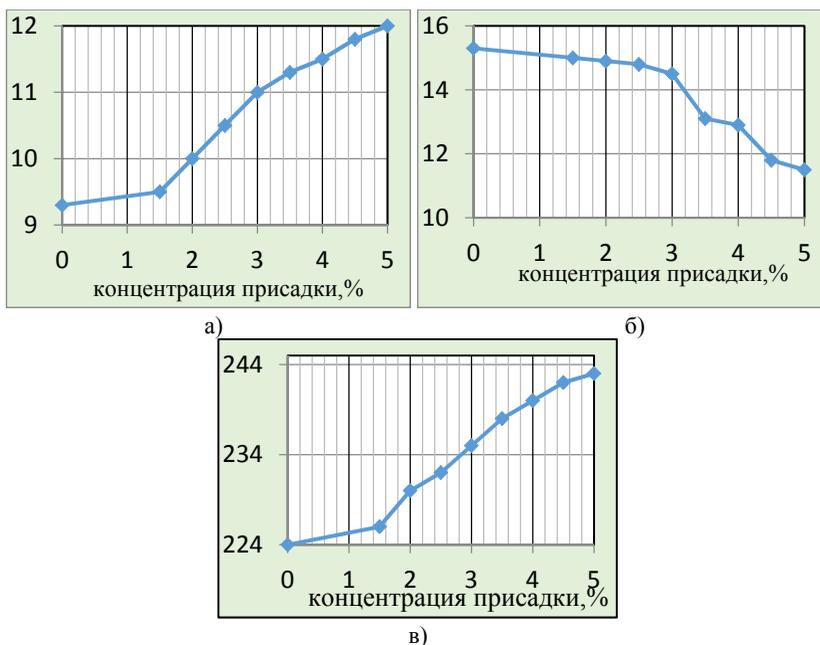


Рисунок 1 – Изменение эксплуатационных показателей:

a – щелочного числа; *б* – кинематической вязкости;

в – температуры вспышки моторного масла от концентрации присадки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам лабораторных исследований при введении присадки MoPS-14 3 % в моторное масло SAE15W-40, API CI-4 физико-химические показатели дали положительный результат по сравнению с базовыми маслами SAE15W-40, API CI-4. Щелочное число повысилось с 9,3 до 12; а температура вспышки поднялась до

243 °С, что свидетельствует об эффективности добавленной присадки. При дальнейшем увеличении концентрации уменьшается вязкость до 11,5, что может привести к повышенным потерям на трение. При использовании такой присадки повысится ресурс работы моторного масла и которое может также привести к уменьшению износа поршневых колец. В этом состоит эффективность возможного применения, полученного нами нового образца.

В настоящее время исследования продолжают по эффективности влияния природы и концентрации присадок на эксплуатационные показатели моторных масел, работающих в двигателях тяжелонагруженного горнотранспортного оборудования в жарких климатических условиях. В дальнейшем эти масла могут быть допущены на следующий этап – к эксплуатационным испытаниям на специальной технике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов, А. В. Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. пособие / А. В. Смирнов. – Великий Новгород : НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2004. – 348 с.
2. Кириченко, Н. Б. Автомобильные эксплуатационные материалы : учебное пособие / Н. Б. Кириченко. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 208 с.
3. Джерихов, В. Б. Автомобильные эксплуатационные материалы : учеб. пособие / В. Б. Джерихов. – СПб. : Гос. архит.-строит. ун-т, 2009. – 256 с.
4. Алимова, З. Исследование срабатывания присадок моторных масел в процессе эксплуатации двигателя / З. Алимова, Г. Ниязова, Д. Сабирова // Академические исследования в современной науке. – 2022. – № 1(18). – С. 269–275.
5. Алимова, З. Влияние свойств моторных масел на процессы в смазочных системах поршневых двигателей / З. Алимова, З. Усмонов, А. Абдуразаков // Евразийский журнал академических исследований. – 2023. – № 3(2 Part 3). – С. 37–41.
6. Алимова, З. Х. Влияние изменения вязкостных показателей моторных масел на работу деталей двигателя / З. Х. Алимова, Д. К. Собирова, Б. Шамансуров // Научный импульс. – 2022. – № 3(100), часть 1. – С. 24–27.

7. Ways to improve the anticorrosive properties of motor oils used in vehicles / Z. Alimova [al et.] // E3S Web of Conferences. – 2021.

8. Улучшение экологических показателей защитных и смазочных материалов / А. Собиржонов [и др.] // Сборники конференций НИЦ Социосфера. – 2015. – № 8, С. 21–23.

Представлено 15.05.2024

УДК 621.436

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА

**ENSURING THE OPERATION OF A DIESEL ENGINE
ON VARIOUS TYPES OF FUEL**

Гершань Д. Г., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

D. Hershman, Senior Lecturer,
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Рассмотрены факторы, влияющие на использование различных видов топлива в дизелях. Для работы дизеля на различных топливах предлагается использование системы топливоподачи, в которой впрыск топлива осуществляется форсунками с разработанным распылителем с составной иглой и двумя рядами распыливающих отверстий.

The factors influencing the use of various types of fuel in diesel engines are considered. To operate a diesel engine on various fuels, it is proposed to use a fuel supply system in which fuel injection is carried out by injectors with a developed atomizer with a composite needle and two rows of atomizing holes.

Ключевые слова: дизель, топливо, система топливоподачи, распылитель форсунки.

Keywords: diesel engine, fuel, fuel supply system, injector nozzle.