

УДК 621.892.8

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ МОТОРНОГО МАСЛА М - 10ДМ В
ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ**

Глазков Юрий Евгеньевич

кандидат технических наук, доцент

e-mail: glazkov_yura1@mail.ru

Доровских Ирина Юрьевна

магистрант,

e-mail: Vilkas015@yandex.ru

Глазкова Марина Михайловна

магистрант,

e-mail: rusfilol37@mail.ru

Тамбовский государственный технический университет,

г. Тамбов, Россия

Аннотация: В статье приводится анализ изменений свойств минерального моторного масла М – 10 ДМ, проведенные исследования необходимы для выбора метода регенерации отработанных минеральных моторных масел.

Ключевые слова: дизель, минеральное моторное масло, свойства моторного масла.

Минеральные моторные масла в результате эксплуатации двигателей внутреннего сгорания (ДВС) меняют свой состав и свойства.

В отдельных литературных источниках [1-3] описаны основные закономерности процессов старения отработанных масел. Однако имеющаяся информация касается преимущественно смеси различных отработанных масел (ОМ). Поэтому с целью выбора оптимальной технологии процесса регенерации отработанных минеральных моторных масел (ОМММ) необходимо детально изучить изменение свойств и состава именно моторных масел, вследствие их длительного использования в ДВС. С этой целью были использованы стандартизированные методики, а для исследований выбрано исходное и отработанное минеральное моторное масло М - 10ДМ, как наиболее распространенное. Для установления механизма преобразований компонентов в этом масле вследствие эксплуатации в ДВС исследовали изменение физико-химических показателей и группового углеводородного состава, а также осуществляли дифференциально-термический анализ.

Характеристика исходного и отработанного масла М - 10ДМ, а также требования, предъявляемые к этому маслу согласно нормативной документации [4] приведены в таблице 1.

Таблица 1

Изменение физико-химических характеристик исходного и отработанного масла М - 10ДМ

Показатель	М - 10ДМ		
	Исходное масло	Отработанное масло	Требования к маслу [4]
Вязкость кинематическая:			
ν_{50} , мм ² /с	60,13	51,65	-
ν_{100} , мм ² /с	11,04	10,22	≥ 11,4
ν_{50}/ν_{100}	5,27	5,05	-
Индекс вязкости	95	88	≥ 90
Температурный коэффициент вязкости:			
ТКВ ₀₋₁₀₀	23,25	17,87	-
ТКВ ₂₀₋₁₀₀	6,27	8,71	-
Плотность, кг/м ³	889	884	≤ 905
Кислотное число, мг КОН/г	1,30	2,71	-
Щелочное число, мг КОН/г	8,83	0,35	≥ 8,2
Содержание воды, %	следы	0,14	следы
Содержание механических примесей, %	0,023	0,062	≤ 0,025

Коксуемость, %	1,44	2,30	-
Зольность, %	0,713	0,940	≤ 1,5
Температура застывания, °С	-20	-19	≤ -18
Температура вспышки (в открытом тигле), °С	230	215	≥ 220

Установлено, что в результате эксплуатации ухудшаются вязкостные характеристики масла, в частности уменьшается кинематическая вязкость при 50°С и 100°С, а также индекс вязкости (ИВ). Эти показатели ухудшаются настолько, что не удовлетворяют требованиям (таблица 1).

Очень важным является изменение функциональных чисел (кислотного и щелочного). Как видно из полученных результатов (таблица 1), кислотное число в отработанном масле значительно выше, чем в свежем масле. Это, является результатом образования отдельных соединений кислотного характера под действием высоких температур в ДВС и может вызывать ускорение коррозионных процессов. Уменьшение щелочного числа свидетельствует о срабатывании моющее-диспергирующих присадок и может быть причиной образования отложений в двигателе [5].

Групповой углеводородный состав свежего и отработанного масла М - 10ДМ определяли хроматографическим методом по стандартной методике (таблица 2).

Таблица 2

Групповой углеводородный состав исходного и отработанного масла М - 10ДМ

Группа углеводородов	Содержание, % масс. в масле	
	Исходное	Отработанное
Парафино-нафтеновые, n_D^{20} до 1,490	75,24	70,98
Ароматические моноциклические, $n_D^{20} = 1,490 - 1,510$	5,63	10,71
Ароматические бициклические, $n_D^{20} = 1,511 - 1,530$	15,74	14,15
Ароматические полициклические, $n_D^{20} = 1,531 - 1,560$	1,76	1,21
Асфальто-смолистые вещества, $n_D^{20} > 1,560$	1,63	2,95

Установлено, что в процессе эксплуатации масла М - 10ДМ произошли следующие изменения группового углеводородного состава:

– уменьшение содержания парафино-нафтеновых углеводородов;

- увеличение суммарного содержания ароматических углеводородов;
- увеличение содержания асфальто-смолистых веществ.

Изменение группового углеводородного состава масла М - 10ДМ полностью согласуется с изменениями его эксплуатационных характеристик (таблица 1), в частности с изменением индекса вязкости.

Термическую устойчивость масла М - 10ДМ определяли с помощью дифференциально-термического анализа по стандартной методике.

По результатам термогравиметрических (TG), дифференциальных термогравиметрических (DTG) исследований и по данным дифференциального термического анализа (DTA) термолиз образцов исходного и отработанного минерального моторного масла М - 10ДМ происходит в течение трех и двух стадий соответственно (таблица 3; рисунки 1, 2).

Таблица 3

Результаты дифференциально-термического анализа образцов моторного масла М - 10ДМ

Образец	Стадия	Температурный интервал, °С	Потеря массы, %	Максимум экзотермического эффекта, °С
Исходное М - 10ДМ (1)	I	20-390	87,20	347
	II	390-577	11,45	494
	III	577-725	1,35	640
Отработанное М - 10ДМ (2)	I	20-387	89,47	331
	II	387-650	10,53	479

Термолиз образца исходного моторного масла М - 10ДМ (рисунок 1) происходит на протяжении трех стадий. Первая стадия, на которой образец теряет основную часть массы ($\Delta m = 87,20\%$), протекает в температурном интервале 20-390°С. Она сопровождается появлением яркого экзотермического эффекта на кривой DTA с максимумом при температуре 347°С и соответствует термоокислительной деструкции углеводородов, входящих в состав образца исходного масла, и частичному их сгоранию.

Вторая стадия протекает в области температур 390-577°С. Она сопровождается появлением экзоэффекта на кривой DTA с максимумом при

температуре 494°C и отвечает сгоранию пиролитических остатков образца ($\Delta m = 11,45\%$).

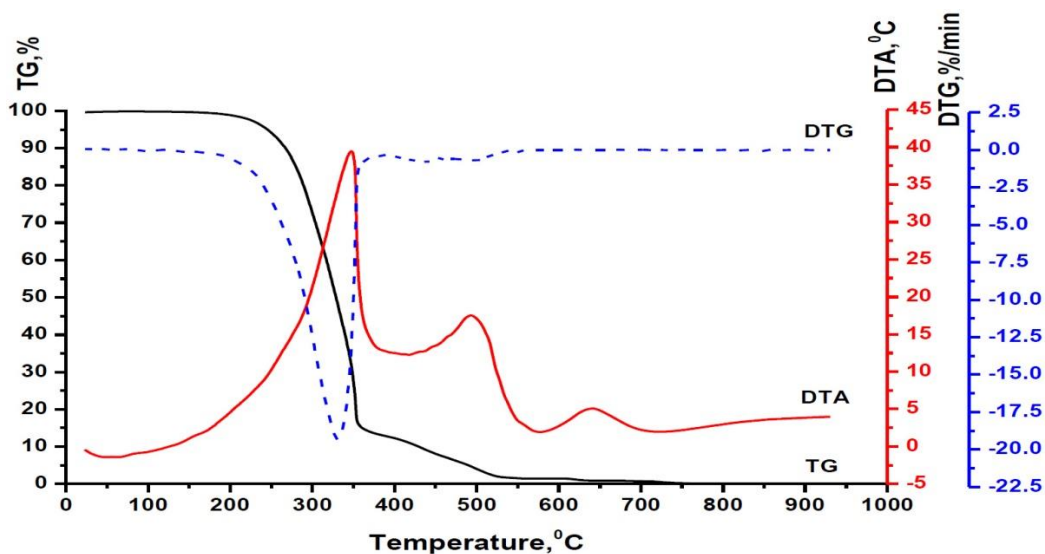


Рисунок 1 – Термограмма образца исходного моторного масла М - 10ДМ

На третьей стадии термолиза в температурном интервале 577-725°C происходит сгорание карбонизированного остатка образца исходного масла. Этот процесс сопровождается незначительной потерей массы образца ($\Delta m = 1,35\%$) и появлением третьего экзотермического эффекта на кривой DTA с максимумом при температуре 640°C.

В отличие от образца исходного минерального моторного масла М - 10ДМ, термолиз образца отработанного масла (рисунок 2) происходит в течение двух стадий.

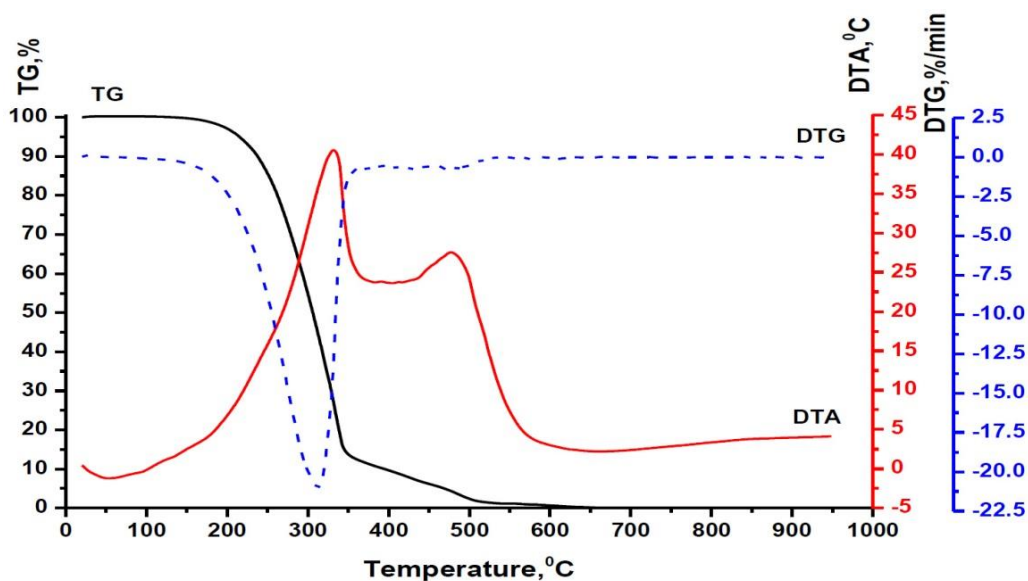


Рисунок 2 – Термограмма образца отработанного моторного масла М - 10ДМ

Первая стадия, которая соответствует термоокислительной деструкции образца отработанного масла и частичному сгоранию продуктов деструкции ($\Delta m = 89,47\%$), протекает в температурном интервале 20-387°C. На кривой ДТА в этом температурном интервале появляется первый экзотермический эффект с максимумом при 331°C.

На второй стадии в температурном интервале 387-650°C происходит полное сгорание пиролитических остатков образца отработанного масла ($\Delta m = 10,53\%$) и на кривой ДТА появляется второй экзоэффект с максимумом при 479°C.

Стоит отметить, что термостойкость образца отработанного масла ниже, чем образца исходного масла. Такой факт можно объяснить сработанностью пакета присадок, которые содержатся в образце.

Сгорание пиролитических остатков образца отработанного масла по сравнению с образцом исходного масла протекает в одну стадию и сопровождается появлением только одного, более яркого по сравнению с образцом исходного масла, экзотермического эффекта на кривой ДТА.

В заключении можно сказать, что дериватографическими исследованиями установлено, что термическая устойчивость отработанного масла значительно ниже, чем у исходного масла. Это является результатом изменения группового и химического составов моторных масел вследствие их длительной эксплуатации в ДВС.

Список литературы

1. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. – 2-е изд., перераб. / Кулиев А.М. – Л.: Химия. – 1985. – 312 с.

2. Доровских Д.В., Коновалов Д.Н., Коновалова М.В. Анализ методов очистки автомобильных эксплуатационных материалов // Материалы Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные технологии и техника в АПК», 2016.– С. 75-82.

3. Остриков В.В., Нагорнов С.А., Клейменов О.А., Прохоренков В.Д., Курочкин И.М., Хренников А.О., Доровских Д.В. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. - 304 с.

4. Масла моторные для автотракторных дизелей. Технические условия. ГОСТ 8581-78. Межгосударственный стандарт. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2011.

5. Ширкунов А.С. Оценка влияния группового химического состава на индексы вязкости базовых масел / Ширкунов А.С., Рябов В.Г., Бондарев А.В., Бакулев П.В. // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – Пермь: ПНИПУ. – 2012. - №13. – С. 97-104.

ANALYSIS OF CHANGES IN ENGINE OIL PROPERTIES M - 10DM DURING OPERATION IN DIESEL ENGINE

Glazkov Yuriy Evgen'evich

candidate of technical sciences, associate professor

e-mail: glazkov_yura1@mail.ru

Dorovskikh Irina Yur'evna

undergraduate

e-mail: Vilkas015@yandex.ru

Glazkova Marina Mihajlovna

Undergraduate

e-mail: rusfilol37@mail.ru

Tambov State Technical University

Tambov, Russia,

Abstract: The article provides an analysis of changes in the properties of mineral motor oil M - 10 DM, the carried out studies are necessary for the selection of a method of regeneration of used mineral motor oils.

Keywords: diesel, mineral engine oil, properties of engine oil.