

коагуляции) повысит соотношение почти в 4 раза (до 12,47). Данные по пятну подтверждаются спектрофотометрическим анализом, который показывает, что оптическая плотность образцов обработанных экстракцией и коагуляцией меньше, чем в случае просто коагуляции, что свидетельствует о большей степени очистки отработанного масла.

Работа выполнена в рамках государственного задания 6.6 «Разработка научно обоснованных технологических приемов регулирования структурно-механических свойств и стабильности битумных вяжущих для дорожного и коммунального строительства» ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии», подпрограмма 8.6 «Строительные материалы, конструкции, технологии» (2021–2025 гг.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Родион И.А., Алексей А.В. Анализ способов очистки отработанных моторных масел // Наука и образование. – 2022. – Т.5. – №2. – С. 127 – 134.
2. Станьковски Л., Чередниченко Р.О., Дорогочинская В.А., Молоканов А.А. Оптимизация схемы переработки отработанных смазочных материалов с учетом современных условий // Мир нефтепродуктов. – 2011. – № 10. – С.36 –41.
3. Озеренко А.А., Куликов А.Б., Фросин С.Б., Дунаев С.В., Лесин А.В. Переработка отработанного моторного масла // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2023. – №1. – С.21 – 27.
4. Мелешко А.В. Экспресс-метод определения срока замены отработанного моторного масла // Промышленность. Химическая техника и технологии. – 2022. – Вып. 45 (115). – С. 133 – 135.

УДК 665.765

Кугач В.В., Жолнеркевич В.И., Шрубок А.О.
(Белорусский государственный технологический университет)

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОТОРНОГО МАСЛА В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Моторные масла должны обеспечивать надежную работу двигателя: уменьшать трение и износ трущихся поверхностей деталей, защищать детали двигателя от коррозии и загрязнений различными отложениями и т.п. [1]. Повышение мощности и усложнение конструкций современных двигателей приводит к ужесточению условий работы моторных масел. Воздействие высоких температур, кислорода воздуха, накопление в масле различных загрязнений и продуктов сгорания обуславливают ухудшение качественных характеристик моторных масел и сокращению их срока службы.

Срок службы моторного масла зависит от условий его использования, эксплуатационных характеристик и часто определяется производителем. Однако преждевременная замена моторного масла экономически нецелесообразна, а использование масла, утратившего свои свойства, приводит к снижению надежности двигателя и повышенному износу его деталей [2]. Основной причиной ухудшения качественных показателей моторного масла является его старение за счет различных химических превращений (окисление, разложение, полимеризация) углеводородов, входящих в состав масла. В результате изменяются такие физико-химические показатели масла как вязкость, кислотное число, содержание механических примесей, коксуемость. Содержащаяся в топливе сера также способствует окислению компонентов масла и ухудшению его свойств. К снижению срока службы моторных масел также приводит наличие твердых, жидких и газообразных загрязнителей, которые способствуют ухудшению работы двигателя, увеличению механического износа деталей двигателей, разрушению присадок и окислению углеводородов масла.

Таким образом, в процессе эксплуатации моторные масла происходят постепенное изменение их физико-химических свойств, изучение которого позволит рационально использовать ресурсный потенциал и разработать мероприятия по повышению срока службы масла.

Целью данной работы являлось исследование эксплуатационных свойств моторного масла в процессе его эксплуатации. В качестве объекта исследования было изучено моторное масло Sentron LD 5000 (производитель Petro-Canada Lubricants, Канада). Изменение физико-химических свойств масла в процессе эксплуатации отражено в таблице.

Таблица – Изменение физико-химических свойств масла в процессе эксплуатации

Показатель	Срок службы масла, ч				
	0	1315	3000	4624	6390
Кинематическая вязкость при 40°C, сСт	118,00	129,50	132,20	130,20	128,70
Кинематическая вязкость при 100°C, сСт	13,48	13,90	14,20	13,84	14,11
Общее щелочное число, мгКОН/г	–	3,8	3,3	3,5	3,9
Кислотное число, мгКОН/г	–	2,05	2,64	2,43	2,05
Содержание элементов, % мас.:					
– фосфор	0,028	0,033	0,035	0,035	0,029
– цинк	0,033	0,042	0,043	0,046	0,039
– кальций	0,170	0,209	0,240	0,249	0,249
– бор	0	0,002	0,001	0,0003	0,0002
– железо	0	0,0005	0,0012	0,0007	0,0007
– магний	0,0006	0,0009	0,0011	0,0011	0,0011
Продукты окисления, А/см	–	11,0	13,0	25,0	24,0

Вязкостно-температурные свойства моторного масла влияют на прокачиваемость масла, надежное смазывание и пуск двигателя, охлаждение деталей двигателя при наибольших допустимых нагрузках и температуре окружающей среды. В процессе эксплуатации кинематическая вязкость моторного масла Sentron LD 5000 при 40°C возрастает на 9–12%, а кинематическая вязкость при 100°C изменяется незначительно (на 3–5%). Изменение вязкостно-температурных свойств моторного масла обусловлено накоплением в нем загрязнений и образованием высокомолекулярных продуктов окисления углеводородных компонентов.

Постепенно происходит накопление продуктов износа деталей двигателя, о чем свидетельствует повышение содержания железа в моторном масле с увеличением продолжительности эксплуатации. Наблюдается уменьшение щелочного числа моторного масла за счет естественного срабатывания щелочного пакета присадок и в результате их окисления кислотами, образующимися при сгорании топлива [3].

С увеличением продолжительности эксплуатации моторного масла в нем происходит накопление окисленных продуктов. Согласно таблице деградация масла Sentron LD 5000 под воздействием высоких температур в присутствии кислорода возрастает с увеличением срока службы и достигает максимума при 4624 ч.

По изменению содержания металлов присадок в масле можно оценить пригодность масла к дальнейшему использованию. На срабатывание присадок влияет нейтрализация их продуктами окисления масла и сгорания топлива, образование хемосорбированных слоев на поверхности металла, коагуляция присадок на механических примесях, выпадение их в осадок и механическая деструкция. Установлено, что с увеличением срока службы содержание цинка возрастает с 0,033 до 0,046 мас.%, кальция – с 0,170 до 0,249 мас.%, магния – до 0,0011 мас. %. Содержание кальция в отработанном моторном масле незначительно превышает допустимые значения.

Таким образом, в работе показано изменение физико-химических свойств моторного масла Sentron LD 5000 (производитель Petro-Canada Lubricants, Канада) в процессе его эксплуатации. Выявлено накопление в масле продуктов окисления масла и сгорания топлива, дана оценка изменению содержания присадок в моторном масле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов, А.В. Топливо и смазочные материалы / А.В. Кузнецов. – М.: КолосС, 2007. – 199 с.
2. Гуреев, А.А. Химмотология / А.А. Гуреев, И.Г. Фукс, В.Л. Лашхи. – М.: Химия, 1986. – 368 с.

3. Лаушкин, А.В. Теоретические аспекты изменения щелочного числа моторного масла при работе силовой установки / А.В. Лаушкин, А.А. Хазиев // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. Том 1. – Пермь, ПНИПУ, 2014. – С. 88–94.

УДК 662.749.319+665.948.1:66.095.26-097

**Осипёнок Е.М., Прищепенко Д.В., Барановская А.С.,
Юсевич А.И., Войтов И.В.**

(Белорусский государственный технологический университет)

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СМОЛ СОПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ ТЯЖЕЛОЙ ПИРОЛИЗНОЙ СМОЛЫ И ЖИВИЧНОГО СКИПИДАРА

Синтетические углеводородные смолы широко используются для модификации свойств полимерных композиций при изготовлении клеев, типографских красок, лакокрасочных покрытий, полупроницаемых мембран и материалов для дорожной разметки. Важнейшей областью применения углеводородных смол является производство резин, в составе которых они выполняют функции мягчителей и пластификаторов, повысителей клейкости, упрочняющих и диспергирующих добавок [1].

Углеводородные смолы представляют собой аморфные термопластичные низкомолекулярные полимеры, важнейшей характеристикой которых является температура размягчения ($t_{\text{разм}}$), которая для большинства применений должна быть не ниже 70–80 °С. Получают их из непредельных углеводородов методами термической или каталитической полимеризации. Традиционным источником мономеров для синтеза углеводородных смол являются жидкие фракции продуктов пиролиза нефтяного сырья. Вместе с тем в связи с глобальными «зелеными» инициативами, общественным запросом на экологически чистые процессы и попытками сократить количество отходов за счет рециклинга и биоразложения материалов в последнее время для синтеза полимеров приобрело особую актуальность использование молекул биологического происхождения. В этом смысле идеальными исходными веществами для получения углеводородных смол являются терпены, выделяемые из скипидара. В настоящее время разработаны методы, позволяющие с высоким выходом синтезировать высокоплавкие политерпеновые смолы из индивидуальных терпенов, например, α -пинена [2]. Однако полимеризация скипидара, представляющего собой