

*Skipin Leonid Nikolayevich, doctor of agricultural sciences, professor, chief of the department, Russia, Tyumen, Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering,*

*Shindin Valeriyi Nikolayevich, engineer, Russia, Tyumen, Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering*

УДК 621. 892.8

## СТАРЕНИЕ МОТОРНОГО МАСЛА

Н.В. Храмцов, А.Е. Королев

*При работе двигателя происходят качественные и количественные изменения параметров моторного масла: возрастают вязкость и кислотность его, происходит срабатывание присадок и накопление продуктов износа. Установлено, что предельного состояния смазочное масло достигает к 500 часам работы двигателей, а минимальная концентрация бария в моторном масле должна быть не ниже 0,15 %.*

*Ключевые слова: моторное масло, старение, присадки, щелочное число.*

В процессе эксплуатации двигателя изменяются качественные и количественные показатели моторного масла. Качественные изменения обусловлены физическими и химическими процессами, протекающими в двигателе (старение масла). Количественные изменения сводятся к уменьшению запаса масла в маслосистеме (угар масла) и накоплению в нем продуктов износа [1].

Старение масла происходит вследствие двух основных причин: внутренних – обусловливаемых нарушением стабильности масла (испарение, окисление, разложение, полимеризация и др.) и внешних – обусловливаемых загрязнением масла механическими примесями, водой и топливом. В результате старения базового масла возрастают его вязкость и кислотность, частично компенсируемые разжижением топливом и адсорбцией кислых органических соединений на механических примесях и высокомолекулярных соединениях с последующей осадкой образовавшихся конгломератов в масляных фильтрах.

Способность масла противостоять окислению при повышенных температурах характеризуется его термоокислительной стабильностью. В результате окисления масла образуются органические кислоты, которые

повышают его коррозионную агрессивность. Кислотность масла дополнительно увеличивается из-за растворения в нем продуктов, образующихся при сгорании топлива.

Окисление масла протекает неравномерно по времени. В свежем масле накопление продуктов старения протекает наиболее быстро. Это объясняется интенсивным окислением самых неустойчивых компонентов масла. Затем старение постепенно замедляется и стабилизируется на определенном уровне. Причиной стабилизации является то, что в результате окисления масла и последующей полимеризации окислившихся продуктов образуются вещества, являющиеся замедлителями процесса окисления. Кроме того, на трущихся поверхностях образуются адсорбированные пленки из продуктов окисления масла, уменьшающие каталитическое воздействие металла на окисление.

На срабатывание присадок влияют нейтрализация их продуктами, образующимися при окислении масла и сгорании топлива, образование хемосорбированных слоев на поверхности металла, коагуляция присадок на механических примесях, выпадение их в осадок и механическая деструкция.

Коррозионная агрессивность масла определяется его щелочным числом, которое характеризует способность масла нейтрализовать кислые продукты. Необходимо учитывать, что щелочное число оценивает суммарное наличие любых окисленных продуктов в масле. Однако коррозионное воздействие различных окислов отличается, поэтому щелочное число используется в диагностике как параметр первого приближения [2].

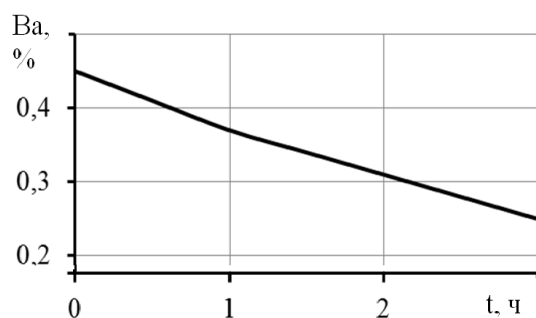
Лабораторное определение щелочного числа моторного масла М-10Г<sub>2</sub> выполнялось прибором рН-340 в соответствии с ГОСТ 11362-96. Стендовые и производственные испытания проводились по двигателям ЯМЗ-238НБ, содержание активных элементов в масле определялось на спектральной установке МФС-7 [3].

Всего было проанализировано 60 проб масла. Обработка результатов экспериментов выполнялась методом регрессионного анализа.

Барий является одним из химических элементов антиокислительной присадки, относительно легко определяемых методом спектрального анализа смазочных масел. Массовое содержание его в свежем смазочном масле М-10Г<sub>2</sub> составляет 0,45% (рис.1).

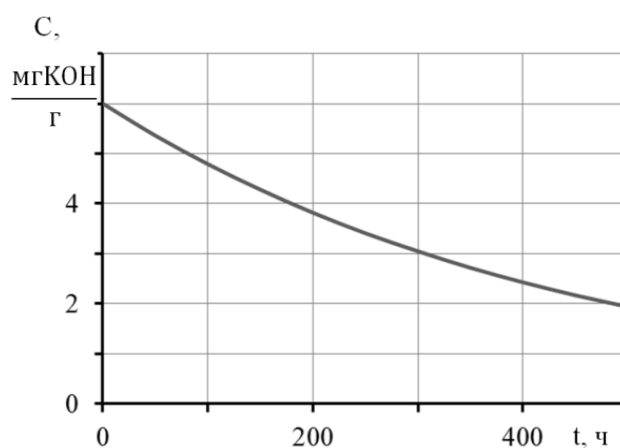
Эффективность действия дитиофосфатов металлов связана с их способностью разлагать гидроперекиси и пассивировать металлические поверхности. Хемосорбционные пленки, образуемые присадками, предохраняют масло от каталитического действия металлов. Особенность присадок также заключается в том, что влияние на процессы окисления и коррозии оказывают не только исходные соединения, но и продукты их термических превращений, образующихся при работе масел в двигателях.

При технологической обкатке двигателей производился периодический отбор проб масла и их последующий спектральный анализ. Из рис. 1 видно, что, судя по барию, происходит интенсивное срабатывание присадки и за 3-х часовой период стендовой обкатки содержание бария снижается в 1,8 раза.



**Рис.1. Изменение концентрации бария в смазочном масле в процессе технологической обкатки двигателей ЯМЗ-238НБ**

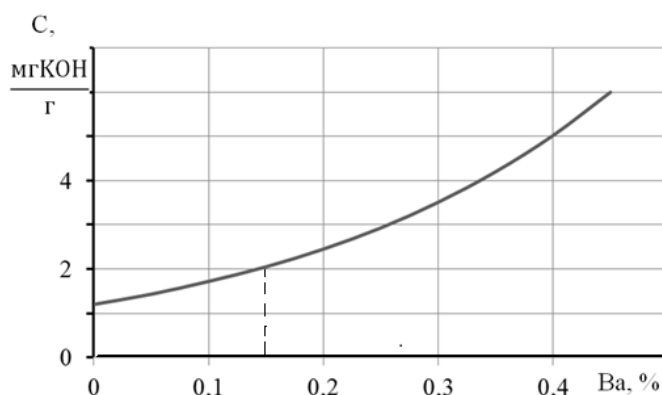
Из-за срабатывания присадок после 3-х часовой технологической обкатки следует выполнять смену масла, т.к. в противном случае будет существенно возрастать коррозионный износ деталей при начальной эксплуатации и, особенно, при хранении двигателей. В процессе эксплуатационной работы обкатанных дизелей щелочное число масла интенсивно снижается в начальный период (рис. 2), уменьшаясь к 300 часам работы двигателя почти в 2 раза.



**Рис. 2. Изменение щелочного числа масла в процессе эксплуатации двигателей ЯМЗ-238 НБ**

Предельного значения щелочное число смазочного масла достигает примерно через 500 часов работы двигателей. В этот период проводится техническое обслуживание, при котором необходимо вновь сменить масло.

Физико-химический и спектральный анализы масел позволили установить взаимосвязь между содержанием бария и щелочным числом смазочного масла (рис. 3).



**Рис. 3. Взаимосвязь концентрации бария  $Ba$  с щелочным числом  $C$  моторного масла**

При снижении щелочного числа при работе двигателя до минимума в 0,2 мг КОН/г предельно допустимое количество  $Ba$  в присадке смазочного масла будет 0,15 %. Коэффициент парной корреляции представленных зависимостей находится в пределах 0,90...0,93, что свидетельствует о высокой степени взаимосвязи изучаемых параметров.

#### **Выводы:**

1. Выявлена динамика окислительного процесса моторного масла при технологической обкатке и начальной эксплуатации двигателей ЯМЗ-238НБ.
2. Установлено, что предельного состояния по щелочному числу моторное масло достигает к 500 часам работы двигателей.
3. Обосновано, что содержание бария в смазочном масле М-10Г<sub>2</sub> должно быть не менее 0,15 %.

#### **Список литературы**

1. Надежкин А.В., Безвербный А.В., Кича Г.П. Имитационная модель трибодиагностики двигателей внутреннего сгорания // Трение, износ и смазка. 2009. № 3. С. 6–14.
2. Храмцов Н.В. Королев А.Е., Бай Р.Ф. Оценка и прогнозирование технического состояния двигателей SA6D // Известия ТулГУ. Технические науки. В 2-х ч. 2012. Вып 12. Ч 2. С. 173-178.
3. Храмцов Н. Спектральный анализ смазочных масел. Издательский Дом LAP LAMBERT Academic Publishing. 2013. 108 с.

*Храмцов Николай Васильевич, докт. техн. наук, проф., [hramnik.tmn@mail.ru](mailto:hramnik.tmn@mail.ru), Россия, Тюмень, Тюменский государственный архитектурно – строительный университет,*

*Королев Александр Егорович, канд. техн. наук, доц., [alexkorolev72@mail.ru](mailto:alexkorolev72@mail.ru), Россия, Тюмень, Тюменский государственный аграрный университет Северного Зауралья*

## AGING OF MOTOR OIL

*N.V. Khramtsov, A.E. Korolev*

*Qualitative and quantitative changes of motor oil parameters take place, when the engine is operating: viscosity and acidity rises, deterioration of additives and accumulation of wear and tear products occur. It is ascertained that the utmost condition of the lubricating oil is reached by 500 hours of vehicles' operation, and a minimum concentration of barium in the motor oil must not be lower than 0,15 %.*

*Key words: motor oil, aging, additive, alkaline number.*

*Khramtsov Nikolai Vasilyevich, doctor of technical sciences, professor, [hramnic.tmn@mail.ru](mailto:hramnik.tmn@mail.ru), Russia, Tyumen, Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering,*

*Korolev Alexander Egorovich, candidate of technical sciences, docent, [alexkorolev72@mail.ru](mailto:alexkorolev72@mail.ru), Russia, Tyumen, Tyumen State Agrarian University of Northern Zauralye*