

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ СТОЙКОСТЬ

Игнатъев А.А., Медведева О.С., Лысянников А.В

Научный руководитель – д.т.н. Ковальский Б.И., к.т.н. Малышева Н.Н.
Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск

Приведены результаты исследования моторных минеральных масел на температурную стойкость. В качестве основного показателя качества предложен коэффициент температурной стойкости, учитывающий оптические свойства масла и вязкость.

Влияние смазочного материала на износ и трение смазываемых поверхностей является важной, малоизученной и сложной проблемой. Как элемент механической системы смазочный материал влияет на работоспособность деталей машин и механизмов, т.к. он выполняет основные функции – уменьшает трение, снижает износ и отводит теплоту из зоны трения. Смазочные материалы, применяемые в современных механизмах, работают в очень тяжелых условиях. В двигателях внутреннего сгорания масло длительное время подвергается мгновенным перепадам температур от 90 до 350⁰ С, поэтому температурная стойкость является важным температурным эксплуатационным показателем. Для исследования выбраны моторные минеральные масла: Mobil 10W-40 SJ/CH, M10-Г₂к и Лукойл стандарт 10W-40 SF/CC.

Испытания масел осуществляли на приборе для определения температурной стойкости смазочных материалов, а также использовали спектрофотометр, вискозиметр для измерения таких показателей, как коэффициента поглощения светового потока и вязкости.

Способ определения температурной стойкости смазочных материалов предусматривает нагрев масла постоянной массы 50 грамм без доступа воздуха при атмосферном давлении с конденсацией паров и отвода конденсата. Испытания проводят в течении шести часов в диапазоне температур от 100 °С до 320 °С. Температура в процессе испытания поддерживается постоянной ± 1 °С. Каждую последующую пробу масла испытывают при температуре на 10 – 20 °С выше предыдущей. После испытания, каждую пробу фотометрируют при толщине фотометрируемого слоя 2 мм и определяют коэффициент поглощения светового потока, вязкость, коэффициент температурной стойкости, летучесть [1]. По полученным результатам строят графические зависимости от температуры испытания.

Температурная стойкость масел представлена зависимостями коэффициента поглощения светового потока K_p от температуры испытания (рис.1). Данные зависимости характеризуются двумя или тремя участками, первый из которых определяет начальный этап деструкции присадок, второй характеризуется увеличением деструкции присадок, а третий завершением процесса деструкции. Так, температурный диапазон процессов деструкции для масла Mobil (кривая 1) составил до 260 °С, M10-Г₂к (кривая 2) до 300 °С и масла Лукойл (кривая 3) до 260 °С. Температуры начала деструкции присадок составили для масел Mobil – 190 °С, M10-Г₂к – 140°С и Лукойл –190 °С. Третий участок установлен для масла M10-Г₂к после 300 °С. Наиболее термически устойчивым является масло Mobil (кривая 1), т.к. изменение оптических свойств у него начинается при температуре 180 °С, а интенсивность увеличения коэффициента поглощения светового потока наименьшая по сравнению с другими маслами. Стабилизация коэффициента K_p после 260 °С указывает на завершение процесса деструкции, поэтому температурная область его работоспособности составляет до 260 °С.

Участок зависимости $K_{\pi}=f(T)$ в диапазоне температур 140–320 °С характеризуется линейным изменением коэффициента K_{π} , зависящим от температуры испытания и различной интенсивностью процессов деструкции базовой основы масел и присадок. Деструкцию базовой основы минеральных масел определяли по зависимостям вязкости от температуры испытания (рис.2). Начало деструкции базовой основы устанавливалось по температуре, при которой вязкость уменьшалась. Так, температура начала деструкции базовой основы составила: для масла Mobil – 200 °С; М10-Г₂к – 300 °С; Лукойл – 240 °С. Несмотря на разные показатели вязкости масел, которые связаны с временем отработанного ресурса, тенденция уменьшения у этих масел до 200 °С одинакова. Дальнейшее увеличение температурного режима влияет на резкое увеличение вязкости масла Mobil 10W-40 SJ/CH при 200 °С, масла Лукойл стандарт 10W-40 SF/CC при 240°С, а масло М10-Г₂к теряет свои вязкостные свойства после 300 °С. Это указывает на то, что проходит последняя стадия деструкции масел, после которой они теряют все свои физико-химические и эксплуатационные свойства.

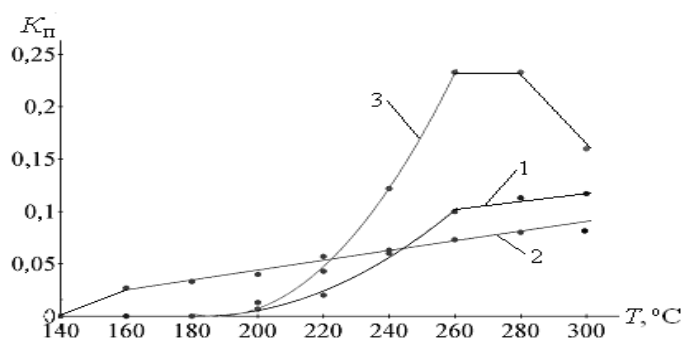


Рис. 1. Зависимость коэффициента поглощения светового потока K_{π} от температуры испытания отработанных моторных масел: 1 – Mobil 10W-40 SJ/CH; 2 – М10-Г₂к; 3 – Лукойл стандарт 10W-40 SF/CC

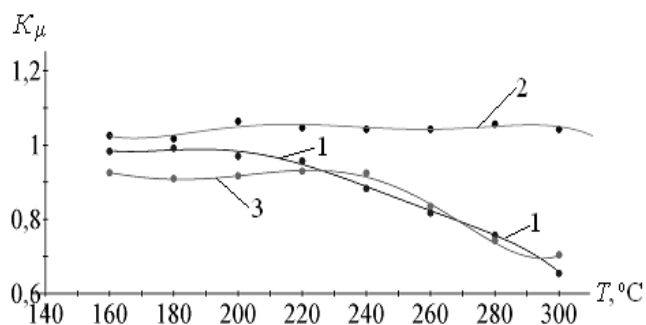


Рис. 2. Зависимость относительной вязкости K_{μ} от температуры испытания моторных минеральных масел: 1 – Mobil 10W-40 SJ/CH; 2 – М10-Г₂к; 3 – Лукойл стандарт 10W-40 SF/CC

На рис. 3 приведены графические зависимости приращения коэффициента поглощения светового потока ΔK_{π} от температуры испытания минеральных масел, характеризующиеся циклами, возрастающих и убывающих ветвей зависимости $\Delta K_{\pi} = f(T)$ и устанавливающие температурные границы деструкции присадок. Температура, при которой значение приращения начинает уменьшаться является критической. При этой температуре процессы деструкции протекают с большой скоростью и за принятое время испытания бч. они полностью завершаются.

Так, масло Лукойл стандарт (кривая 3) обладает наименьшей температурной стойкостью, т.к. имеет высокую интенсивность образования продуктов деструкции в диапазоне температур от 180 до 260 °С. С дальнейшим увеличением температуры ис-

питания зависимость приращения коэффициента поглощения светового потока $\Delta K_{\text{п}}$ от температуры испытания резко убывает, что свидетельствует о полной деструкции присадок и выпадении продуктов в осадок.

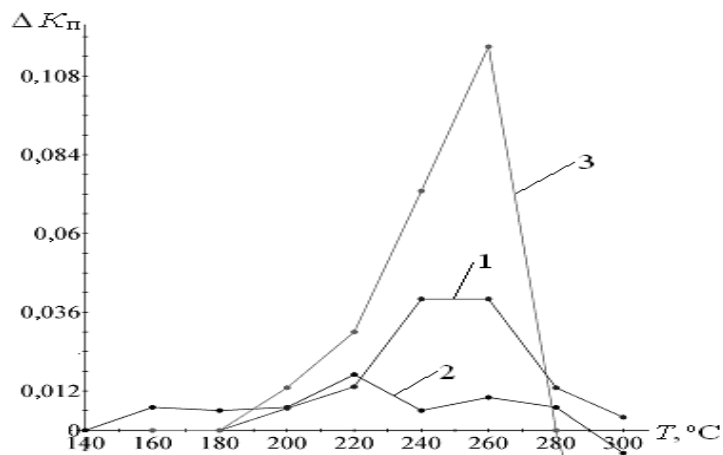


Рис. 3. Зависимость приращения коэффициента поглощения светового потока $\Delta K_{\text{п}}$ от температуры испытания моторных минеральных масел: 1 – Mobil 10W-40 SJ/CH; 2 – M10-Г₂к; 3 – Лукойл стандарт 10W-40 SF/CC

Концентрация продуктов деструкции в масле M10-Г₂к (кривая 2) в диапазоне температур 160-200 °C выше, чем у масла Mobil (кривая 1), а интенсивность их образования ниже. Для масла M10-Г₂к, как и для других масел, наблюдается два цикла изменения интенсивности образования продуктов деструкции, первый характеризуется небольшим увеличением приращения коэффициента поглощения светового потока, а второй цикл – замедлением образования продуктов деструкции в диапазоне температур испытания 220 – 300 °C. Отличительными признаками деструкции масла M10-Г₂к (кривая 2), от остальных масел является то, что концентрация и интенсивность процесса деструкции присадок минимальны. Таким образом, самая высокая интенсивность образования продуктов деструкции установлена у масла Лукойл стандарт (кривая 3), при этом начальная температура деструкции составляет 180 °C, а критическая температура – 260 °C, масло M10-Г₂к (кривая 2) обладает наименьшей интенсивностью, и температуры его составляют соответственно 140 °C и 280 °C, а у масла Mobil (кривая 1) температура начала деструкции составляет 180 °C, а критическая – 260 °C.

На основании проведенных исследований минеральных моторных масел установлено:

1. Температурная стойкость масел характеризуется такими показателями, как: температуры начала деструкции присадок и базовой основы, а также коэффициент приращения коэффициента поглощения светового потока, количественно и качественно определяющий механизм деструкции.

2. Температура начала деструкции присадок для минеральных масел колеблется в интервале от 140 до 180 °C, а температура начала деструкции базовой основы от 200 до 300 °C. Эти показатели могут определять температурную область работоспособности и использоваться при классификации по группам эксплуатационных свойств.

3. Приращение коэффициента поглощения светового потока в результате деструкции увеличивается до 0,1 ед., а вязкость, в результате деструкции базовой основы, уменьшается максимум на 4 сСт.