

## ТРИБОТЕХНИКА

**УДК 621.43-4**

**Б.И. Ковальский, Ю.Н. Безбородов, Н.Н. Малышева, М.М. Рунда, В.Г. Шрам**

### **ВЛИЯНИЕ ДОЛИВОВ НА ПРОЦЕССЫ ОКИСЛЕНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ**

**Введение.** Одним из важных направлений повышения эффективности использования моторных масел является улучшение их качества и увеличение ресурса. Однако в процессе эксплуатации двигателей внутреннего сгорания в результате износа цилиндропоршневой группы увеличивается угар масла, вызывающий доливы, и обновляющий эксплуатационные свойства масла за счет увеличения концентрации присадок. Противоречивость авторов [1-4] занимающиеся проблемой исследования доливов масел в процессе эксплуатации ДВС, указывает на недостаточность изучения этой проблемы, поэтому исследования в этой области приобретают актуальность.

Целью настоящих исследований является установление количественных показателей влияния доливов на ресурс моторных масел различной базовой основы.

**Методика исследования.** Исследование предусматривает использование прибора для определения термоокислительной стабильности; фотометра для определения оптических свойств при окислении масел; малообъемного вискозиметра для оценки изменения вязкости при окислении и электронных весов для определения летучести масел при их окислении [5].

Для исследования выбраны моторные универсальные и всесезонные масла на минеральной основе – Лукойл стандарт 10W-40 SF/CC, частично синтетической – Лукойл Супер 10W-40 SG/CD и синтетической – Лукойл синтетик 5W-40 SL/CF. Данные масла исследовались в два этапа. На первом этапе проба масла массой  $100 \pm 0,1$  г заливалась в термостойкий стакан и терmostатировалась при температуре  $180^{\circ}\text{C}$  с перемешиванием стеклянной мешалкой с постоянной частотой вращения  $300 \pm 2$  об/мин. Температура в процессе испытания поддерживалась автоматически в пределах  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . После каждого восьми часов испытания стакан с пробой взвешивался для определения массы испарившегося масла и отбирались пробы для изменения коэффициента поглощения светового потока и вязкости. После измерения этих параметров отобранные пробы сливалась обратно в тот же стакан, который повторно взвешивался. Испытания проводились в течение времени до-

тижения коэффициента поглощения светового потока  $K_{\pi}$  равного приблизительно 0,7–0,8 ед.

Второй этап исследований проводился по той же технологии с различием в том, что после каждого измерения показателей на фотометре и визкозиметре проба масла в стакан доливалась до 100 г. Масса долитого масла после каждого восьми часов регистрировалась в журнале для определения общей массы доливов за весь период испытания.

Выбранные масла испытывались по той же технологии в два этапа при температурах 180 и  $170^{\circ}\text{C}$  с целью выявления влияния температуры испытания на массу доливов.

**Результаты исследования и их обсуждения.** Результаты испытания выбранных масел на термоокислительную стабильность без доливов и с доливами представлены на рис. 1. В качестве параметра термоокислительной стабильности выбран коэффициент поглощения светового потока, определяемого прямым фотометрированием при толщине фотометрируемого слоя 2 мм. Установлено, что при доливах процессы окисления замедляются. Так, время достижения коэффициента  $K_{\pi} = 0,7$  ед. для минерального масла – Лукойл стандарт (кривые 1 и 1') при доливах увеличилась на 9 часов, частично синтетического – Лукойл Супер (кривые 2 и 2') на 25 часов и синтетического – Лукойл синтетик (кривые 3 и 3') на 37 часов. Масса доливов за время испытания соответственно составила 17,7 г; 21 г и 36,9 г, а скорость доливов определяется отношением массы доливов ко времени испытания и составила: 0,268; 0,188 и 0,125 г/ч, т.е. для минерального масла скорость доливов наибольшая, а синтетической – наименьшая.

Изменение вязкости масел при окислении оценивалось коэффициентом относительной вязкости  $K_{\mu}$ , определяемым отношением вязкости окисленного масла к вязкости товарного. На рис. 2 представлены зависимости коэффициента вязкости  $K_{\mu}$  от времени испытания. Установлено, что вязкость минерального масла (кривые 1 и 1') при окислении в начале уменьшается, а затем повышается. Вязкость частично синтетического масла

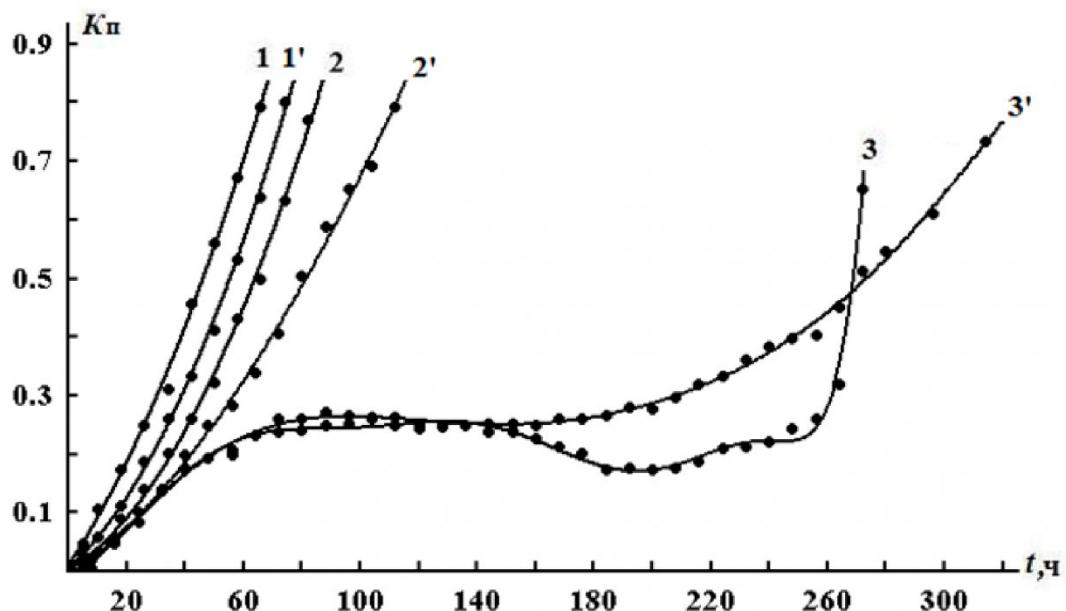


Рис.1. Зависимость коэффициентов поглощения светового потока  $K_n$  от времени испытания моторных масел при температуре 180 °C: 1 – минеральное масло Лукойл стандарт 10W-40 SF/CC; 2 – частично синтетическое Лукойл Супер 10W-40 SG/CD; 3 – синтетическое Лукойл синтетик 5W-40 SL/CF (цифры без штриха – испытания без доливов, цифры со штрихом – испытания с доливами)

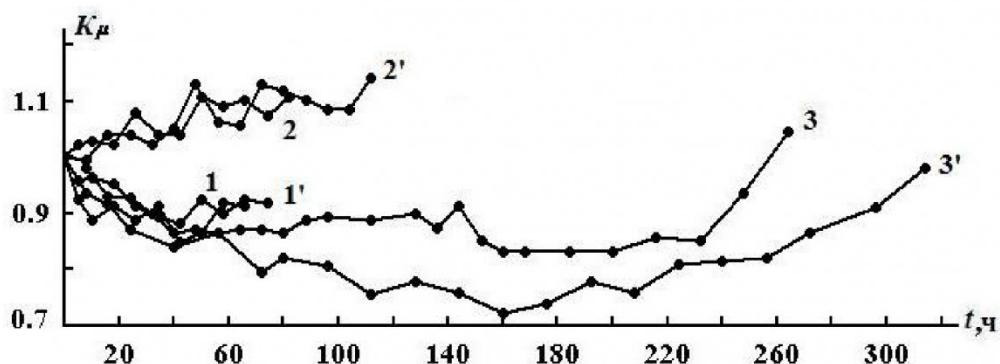


Рис.2. Зависимость коэффициента относительной вязкости  $K_\mu$  от времени испытания моторных масел при температуре 180 °C (усл. обозн. см. на рис. 1)

(кривые 2 и 2') имеет тенденцию увеличения и максимальное увеличение составило 13 % от вязкости товарного масла. Для синтетического масла (кривые 3 и 3') характерно начальное уменьшение вязкости, затем стабилизация и повторное увеличение. Кроме того доливы уменьшают вязкость при окислении. Максимальное уменьшение вязкости без доливов составляет 18 %, а с доливами – 28 %.

Для минеральных и частично синтетических моторных масел доливы незначительно влияют на их вязкость.

Летучесть минерального масла (кривые 1 и 1') (рис. 3) незначительно изменяется от доливов, а для частично синтетического масла (кривые 2 и 2') она при доливах уменьшается. Так, за 80 часов испытания летучесть масла без доливов составила 12,3 граммов, а с доливами – 9,5 граммов.

Для синтетического масла с доливами (кривая 3') до 130 часов летучесть меньше, чем без доливов, а с увеличением времени испытания она увеличивается, что может быть вызвано деструкцией базовой основы или вязкостной присадки, т.к. вязкость синтетического масла с доливами более интенсивно уменьшается, чем без доливов (см. рис. 2).

В качестве показателя термоокислительной стабильности моторных масел предложен коэффициент термоокислительной стабильности  $E_{TOC}$ , определяемый суммой

$$E_{TOC} = K_n + K_G, \quad (1)$$

где  $K_n$  – коэффициент поглощения светового потока;  $K_G$  – коэффициент летучести:

$$K_G = m / M, \quad (2)$$

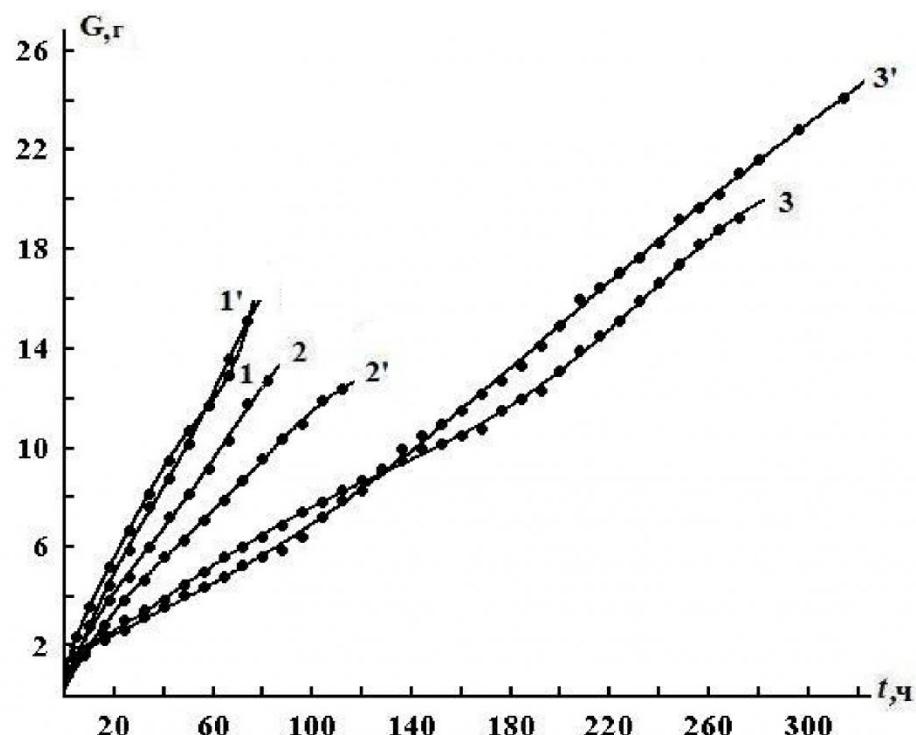


Рис.3. Зависимости летучести от времени испытания моторных масел при температуре 180 °C (усл. обозн. см. на рис. 1)

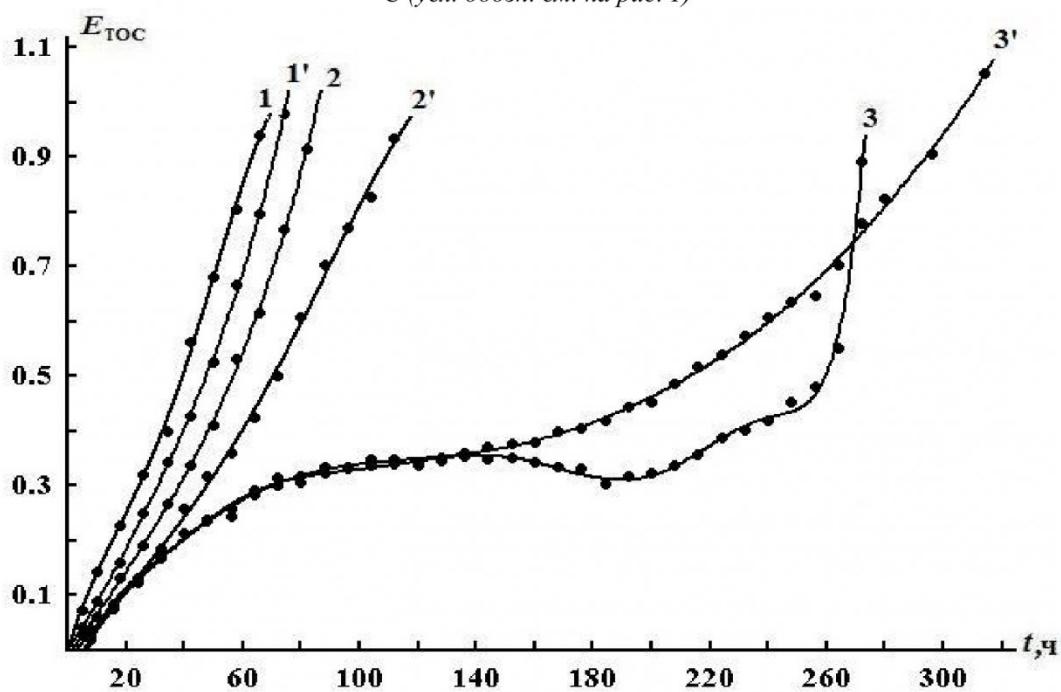


Рис.4. Зависимость коэффициента термоокислительной стабильности от времени окисления моторных масел температуре 180 °C (усл. обозн. см. на рис. 1)

где  $m$  и  $M$  – соответственно испарившейся массы пробы масла и оставшейся массы за определенный период времени окисления, г.

Коэффициент термоокислительной стабильности является комплексным показателем, т.к. учитывает склонность масел к окислению и испаряемости. Согласно данным представленных на

рис. 4, минеральное масло Лукойл стандарт (кривые 1 и 1') является наименее стабильным к окислению при температуре испытания 180 °C, а синтетическое масло (кривые 3 и 3') наиболее стабильным.

Доливы моторных масел увеличивают время их окисления (ресурс), так при уоэффициенте

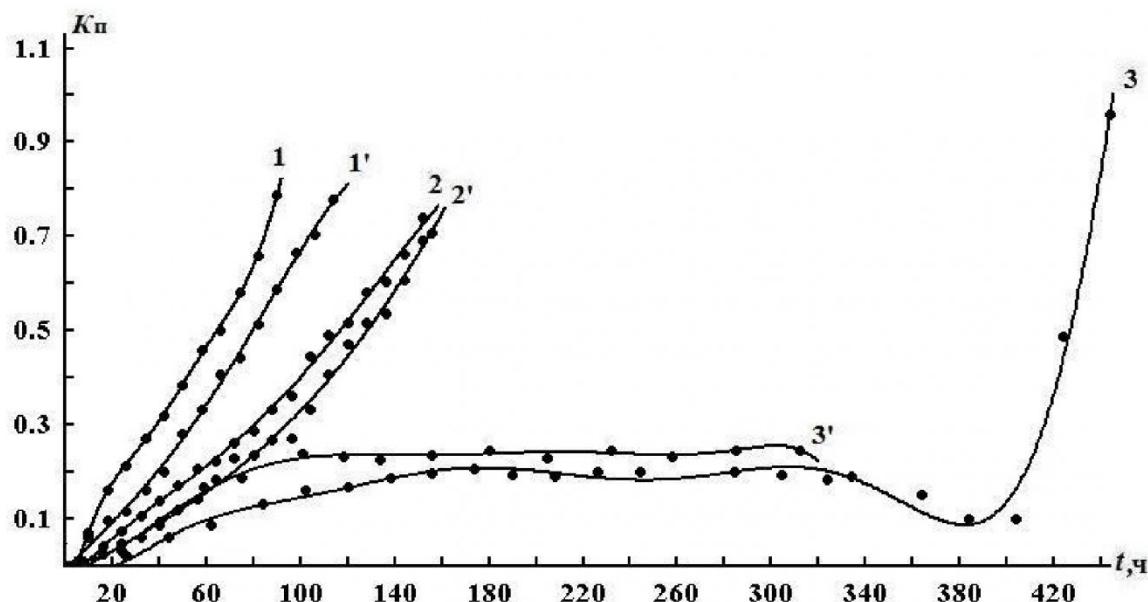


Рис.5. Зависимость коэффициентов поглощения светового потока  $K_{\pi}$  от времени испытания моторных масел при температуре 170 °C (усл. обозн. см. на рис. 1)

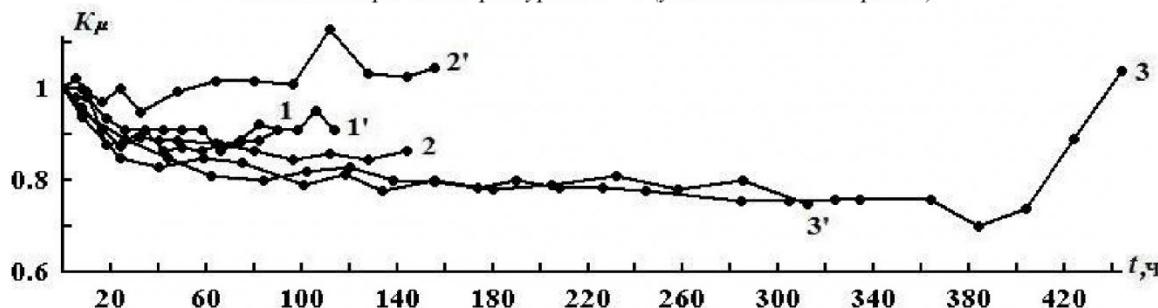


Рис.6. Зависимость коэффициента относительной вязкости  $K_{\mu}$  от времени испытания моторных масел при температуре 170 °C (усл. обозн. см. на рис. 1)

$E_{\text{ТОС}} = 0,9$  ед. время окисления для минеральных масел (кривые 1 и 1') увеличилось с 63 ч, до 70 ч, для частично синтетического (кривые 2 и 2') с 82 до 109 ч, а синтетического с 273 до 292 ч (кривые 3 и 3'). Кроме того, доливы синтетического масла не оказывают влияния на значение коэффициента  $E_{\text{ТОС}}$  в течение 130 ч испытания. Согласно данным рисунка 4 наибольшее влияние доливы оказывают на замедление процессов окисления частично синтетического масла и ускорение процессов окисления у синтетического масла в период испытания от 130 до 270 ч.

При температуре испытания 170 °C наблюдается иная картина в изменении показателей  $K_{\pi}$ ,  $K_{\mu}$ ,  $G$  и  $E_{\text{ТОС}}$  при окислении масел с доливами. Так, (рис. 5) доливы в большей степени влияют на уменьшение скорости окисления минерального масла (кривые 1 и 1') и в меньшей степени на частично синтетическое масло (кривые 2 и 2'), а для синтетического масла (кривые 3 и 3') окислитель-

ные процессы ускоряются уже в начале испытания.

Доливы масел уменьшают вязкость более интенсивно у минерального масла (кривые 1 и 1') (рис. 6), увеличиваю ее у частично синтетического (кривые 2 и 2') и практически не влияют на изменение вязкости для синтетического масла (кривые 3 и 3').

Летучесть масел при доливах уменьшается для минерального масла (рис. 7) (кривые 1 и 1') и увеличивается для частично синтетического (кривые 2 и 2') и синтетического (кривые 3 и 3'), т.е. наблюдаются различия по сравнению с температурой испытания 180 °C (см. рис. 3).

Аналогичная картина наблюдается в изменении коэффициента термоокислительной стабильности при испытании масла с доливами при температуре 170 °C (рис. 8). Возрастает термоокислительная стабильность минерального масла (кривые 1 и 1') и уменьшается для частично синтетического (кривые 2 и 2') и синтетического (кривые 3 и 3') масел по сравнению с данными, полученными при температуре 180 °C.

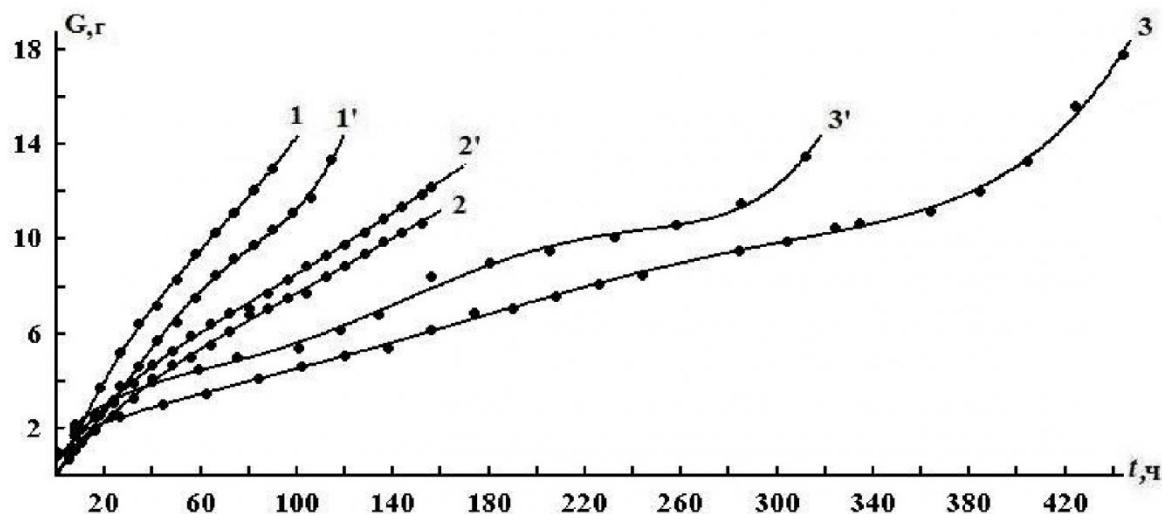


Рис.7. Зависимости летучести от времени испытания моторных масел при температуре 170 °C (усл. обозн. см. на рис. 1)

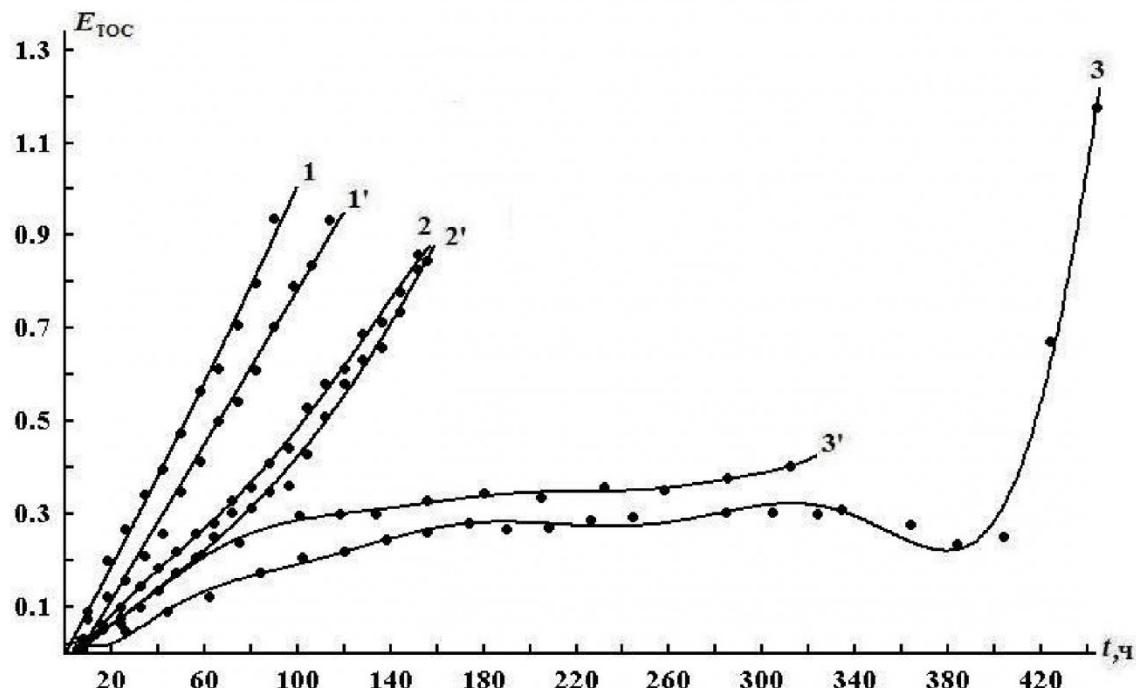


Рис.8. Зависимость коэффициента термоокислительной стабильности от времени испытания моторных масел температуре 170 °C (усл. обозн. см. на рис. 1)

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлено, что:

1. Объем доливов зависит от температуры испытания, с понижением которой они замедляют процессы окисления минерального масла, незначительно влияют на частично синтетическое масло и ускоряют эти процессы у синтетического масла. Ускорение процесса окисления для синтетического и частично синтетического масел при температуре 170 °C вызвано каталитическим влиянием синтетической основой при доливах.

2. Вязкость масел зависит от концентра-

ции продуктов окисления и деструкции вязкостных присадок, поэтому с понижением температуры испытания доливы уменьшают вязкость минерального масла, увеличивают ее при окислении частично синтетических и практически не изменяют ее для синтетического масла.

3. Летучесть масел с понижением температуры испытания от 180 °C до 170 °C уменьшается и не зависит от базовой основы и доливов, однако при температуре 170 °C доливы увеличивают летучесть частично синтетических и синтетических масел.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сторожев В. Н. Определение срока службы картерного масла. – Новосибирск: Зап.-Сибирское книжное изд-во, 1964. – 16 с.
2. Патент 177975 РФ, МКИ<sup>3</sup> F01M9/02. Способ оценки ресурса моторного масла двигателей внутреннего сгорания / В. В. Чанкин, Т. К. Пугачева, Ю. А. Шапунский [и др.]. – 1992. – Бюл. №45.
3. А. с. 145060 СССР, МКИ<sup>3</sup> G01 33/30. Способ определения необходимости замены масла в дизелях / Н. А. Павлов. – 1962. – Бюл. № 32.
4. Ковальский, Б. И. Методы и средства повышения эффективности использования смазочных материалов. – Новосибирск : Наука, 205. – 341 с.
5. Попов, А. С. Процесс окисления минеральных масел с учетом доливов / А. С. Попов, Б. И. Ковальский, С. И. Васильев: науч. тр. / Системы. Методы. Технологии. – Братск, 2009. – № 4. – С. 94–95.

□ Авторы статьи:

Ковальский Болеслав Иванович, докт. техн. наук, профессор ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный уни- верситет», Институт нефти и газа, каф. «Топливообеспече- ние и горючесмазоч- ные материалы» Email:Labsm@mail.ru	Безбородов Юрий Николаевич, докт. техн. наук, проф. ФГАОУ ВПО «Сибир- ский федеральный уни- верситет», Институт нефти и газа, каф.«Топливообеспечение и горючесмазочные материалы» Email:Labsm@mail.ru	Малышева Наталья Николаевна, канд.техн.наук, доцент ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный уни- верситет», Инсти- туто нефти и газа, каф. «Топливо- обеспечение и горючесмазоч- ные материалы» E-mail: Nataly.NM@mail.ru	Рунда Михаил Михайлович, соискатель ФГАОУ ВПО «Сибирский фе- деральный уни- верситет», Инсти- туто нефти и газа каф. и газа E-mail: rudamm@mail.ru	Шрам Вячеслав Геннадьевич, аспирант ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный уни- верситет», Инсти- туто нефти и газа, кафедра «Топливо- обеспечение и го- рючесмазочные материалы» E-mail: shram18rus@mail.ru
---	---	--	---	---