



УДК 621.43-4

В.Г. Шрам, Б.И. Ковальский, О.Н. Петров

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ СИНТЕТИЧЕСКИХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Представлены результаты испытания синтетических моторных масел на температурную стойкость, зависимости коэффициента поглощения светового потока от температуры испытания, определено влияние летучести на вязкость.

Ключевые слова: температурная стойкость, коэффициент поглощения светового потока, летучесть, вязкость.

V.G. Shram, B.I. Kovalskiy, O.N. Petrov

THE THERMAL STABILITY STUDY OF SYNTHETIC MOTOR OILS

The results of testing synthetic motor oils on the thermal stability, depending on the light flux absorption coefficient from the test temperature are presented, the influence of volatility on the viscosity is determined.

Key words: thermal stability, light flux absorption coefficient, volatility, viscosity.

Введение. Температурный диапазон работоспособности моторных масел зависит от их термоокислительной стабильности и температурной стойкости на поверхностях трения. Под действием нагрузки и температуры на поверхностях трения одновременно протекают окислительные процессы и деструкция базовой основы масла и присадок. Существуют механическая, температурная и химическая деструкции.

По данным [1], смазочные материалы на основе нефтяного происхождения работоспособны в атмосферных условиях до температур ≈ 200 °С. Критическая температура их работоспособности может быть повышена введением поверхностно-активных и химически активных присадок [2]. Показано [3], что для успешной работы смазочных масел в них необходимо присутствие кислорода, обеспечивающего формирование на поверхностях трения защитных граничных слоев, повышающих нагрузки схватывания. В этой связи представляют научное и практическое значение исследования температурной стойкости моторных масел.

Цель работы. Определение основных закономерностей процессов температурной деструкции синтетических моторных масел.

Методика исследования. Испытывались всесезонные универсальные синтетические моторные масла: Mobil Super 3000 5W-40 SL/CF и Aqip Tecsint 5W-30 SL/CF A3, B3.

Методика исследования предусматривала термостатирование масел в диапазоне температур от 140 до 280 °С, с увеличением температуры на 20 °С. Для этого проба масла массой 80 г заливалась в термостойкий стакан прибора для определения температурной стойкости. Время испытания составляло 8 ч при атмосферном давлении без перемешивания, что практически исключало окислительные процессы. После каждой температуры испытания проба масла взвешивалась для определения массы испарившегося масла, а затем отбирались пробы для прямого фотометрирования и определения оптических свойств по коэффициенту поглощения светового потока K_{Π} и вязкости. Фотометрирование термостатированных проб проводилось при толщине фотометрированного слоя 8 мм, а вязкость измерялась при температуре 100 °С.

Коэффициент поглощения светового потока K_{Π} рассчитывался по формуле

$$K_{\Pi} = \frac{300 - \Pi}{300}, \quad (1)$$

где Π – показания фотометра при фотометрировании испытуемого масла, мкА;

300 – показания фотометра при отсутствии масла в фотометрической кювете, мкА.
Коэффициент относительной вязкости K_μ рассчитывался по формуле

$$K_\mu = \frac{\mu_{тер.}}{\mu_{тов.}}, \quad (2)$$

где $\mu_{тер.}$ – вязкость термостатированного масла, сСт;
 $\mu_{тов.}$ – вязкость товарного масла, сСт.
Коэффициент летучести K_G рассчитывался по формуле

$$K_G = \frac{G_{исп.}}{G_{исх.} - G_{исп.}}, \quad (3)$$

где $G_{исх.}$ – исходная масса масла, г;
 $G_{исп.}$ – масса испарившегося масла, г.
Коэффициент температурной стойкости $E_{ТС}$ рассчитывался по формуле

$$E_{ТС} = K_\Pi + K_G. \quad (4)$$

Результаты исследования и их обсуждение. На рисунке 1 представлены зависимости коэффициента поглощения светового потока от температуры термостатирования синтетических масел. Деструкция масел начиналась от температуры 160 °С, однако масло Mobil Super более термически устойчивое. Так, значение коэффициента $K_\Pi = 0,7$ ед. достигается для масла Mobil Super при температуре 240 °С, а масла Aqir Tecsint – 220 °С. При фотометрировании масла Aqir Tecsint при толщине фотометрируемого слоя 2 мм (кривая 2') коэффициент K_Π имеет тенденцию увеличения в диапазоне температур от 240 до 300 °С, т.е. для синтетических масел процесс деструкции продолжается в течение всего исследованного диапазона температур.

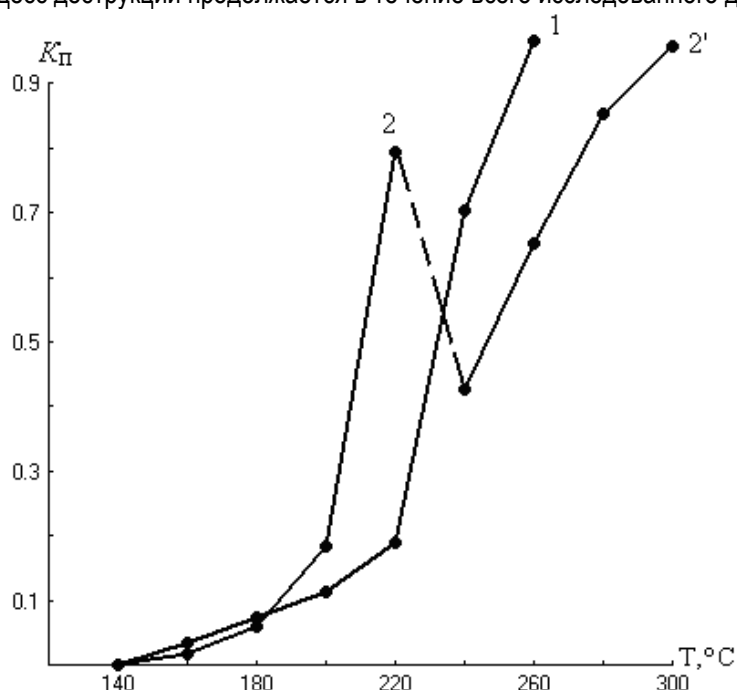


Рис. 1. Зависимость коэффициента поглощения светового потока от температуры термостатирования синтетических моторных масел (Mobil Super 3000 5W-40 SL/CF и Aqir Tecsint 5W-30 SL/CF A₃, B₃): 1 и 2 – толщина фотометрируемого слоя 8 мм; 2' – толщина фотометрируемого слоя 2 мм

Летучесть синтетических масел (рис. 2) незначительно различается, однако этот параметр значительно увеличивается после температуры испытания 220 °С, поэтому можно считать эту температуру предельной. Зависимость $G = f(T)$ описывается уравнением второго порядка

$$G = AT^2 + BT, \quad (5)$$

где A – коэффициент, характеризующий склонность масел к испарению;

B – коэффициент, определяющий скорость испарения.

Зависимость коэффициента летучести K_G синтетических масел от температуры испытания представлена на рисунке 3,а, из которого видно, что летучесть масел практически одинакова до температуры испытания 260 °С.

Зависимость коэффициента летучести K_G от коэффициента поглощения светового потока K_{II} (рис. 3, б) определяет доминирующее влияние температуры на один из этих параметров. Согласно полученным данным, при термостатировании синтетических масел поглощение избыточной тепловой энергии в основном происходит продуктами деструкции, а не испарения, причем зависимость $K_G = f(K_{II})$ имеет линейный характер при толщине фотометрируемого слоя 8 мм (кривые 1 и 2).

$$K_G = aK_{II}, \quad (6)$$

где a – коэффициент, характеризующий скорость летучести.

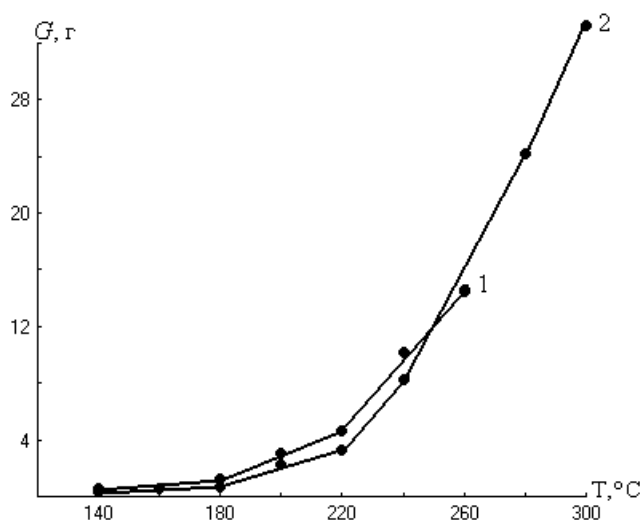


Рис. 2. Зависимость летучести от температуры термостатирования синтетических моторных масел (усл. обозн. см. на рис. 1)

Масло Aqir Tecsint фотометрировалось при толщине фотометрируемого слоя 2 мм (кривая 2') при температурах от 240 до 300 °С. Видно, что зависимость 2 с увеличением температуры испытания с линейного участка (кривая 2) переходит в квадратичный, т.е., начиная с температуры 240 °С, летучесть увеличивается более интенсивно.

Коэффициент относительной вязкости K_{μ} (рис. 4, кривая 1) стабильный до температуры 200 °С, дальнейшее увеличение температуры испытания до 260 °С вызывает падение вязкости на 5%. Для масла Aqir Tecsint (кривая 2) вязкость с увеличением температуры до 180 °С повышается на 8%, дальнейшее повышение температуры до 240 °С вызывает ее уменьшение, а в диапазоне температур от 240 до 300 °С вызывает повышение вязкости на 25%. Снижение вязкости объясняется деструкцией вязкостных присадок, а повышение в диапазоне от 240 до 300 °С – влиянием продуктов деструкции присадок за счет полимеризации.

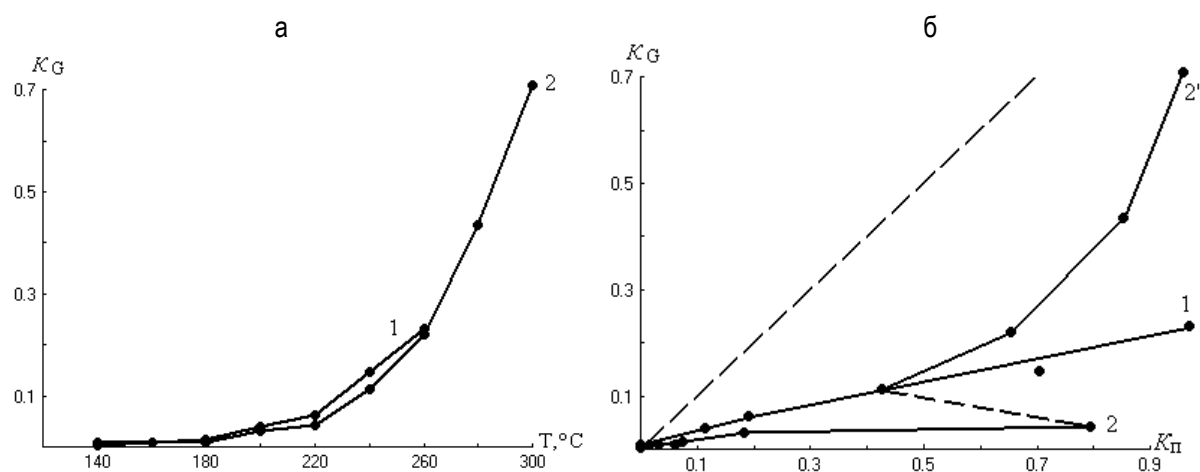


Рис. 3. Зависимость коэффициента летучести от температуры испытания (а) и коэффициента поглощения светового потока (б) при термостатировании синтетических моторных масел (усл. обозн. см. на рис. 1)

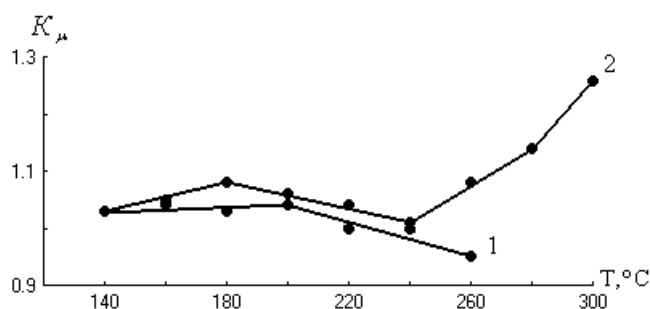


Рис. 4. Зависимость коэффициента относительной вязкости от температуры термостатирования синтетических моторных масел (усл. обозн. см. на рис. 1)

Влияние продуктов деструкции на показатель относительной вязкости исследовалось зависимостью $K_\mu = f(K_\Pi)$ (рис. 5, а). Установлено, что продукты деструкции, образуемые до температуры термостатирования, равной 240 $^\circ\text{C}$, не оказывают существенного влияния на вязкость синтетических масел.

Для масла Aqir Tecsint при термостатировании от 240 до 300 $^\circ\text{C}$ продукты деструкции увеличивают вязкость (кривая 2').

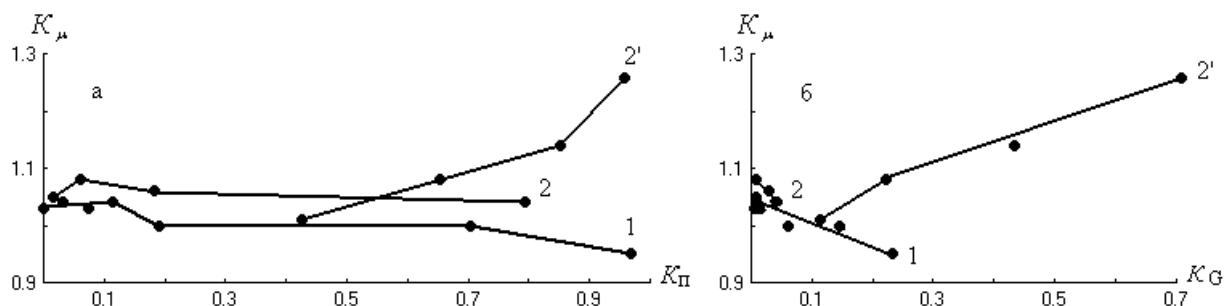


Рис. 5. Зависимость коэффициента относительной вязкости (а) и коэффициента летучести (б) от коэффициента поглощения светового потока при термостатировании синтетических моторных масел (усл. обозн. см. на рис. 1)

Летучесть синтетических масел (рис. 5, б, кривые 1, 2) уменьшает вязкость при увеличении температуры термостатирования до 260 $^\circ\text{C}$, а увеличение температуры от 260 до 300 $^\circ\text{C}$ для масла Aqir Tecsint вы-

зывает увеличение вязкости на 26%, что объясняется увеличением концентрации продуктов деструкции при увеличении летучести.

Зависимость коэффициента температурной стойкости E_{TC} от температуры испытания синтетических масел представлена на рисунке 6, из которого видно, что резкое увеличение коэффициента E_{TC} для масла Mobil Super наступает при температуре 220 °С, а для масла Aqip Tecsint – при 200 °С.

С увеличением температуры испытания масла Aqip Tecsint от 240 до 300 °С коэффициент E_{TC} (кривая 2') увеличивается по линейной зависимости.

Зависимость коэффициента температурной стойкости от концентрации продуктов деструкции (рис. 7) имеет линейный характер (кривые 1 и 2).

Коэффициент температурной стойкости устанавливает количество избыточной тепловой энергии, поглощенной масляной средой, для образования определенной концентрации продуктов деструкции, выраженной коэффициентом K_{Π} с учетом летучести масла.

Так, для образования концентрации продуктов деструкции $K_{\Pi} = 0,8$ ед. требуется тепловой энергии для масел: Mobil Super 3000 (кривая 1) – 0,98 ед., а Aqip Tecsint (кривая 2) – 0,85 ед., т.е. более термостойким является масло Mobil Super 3000.

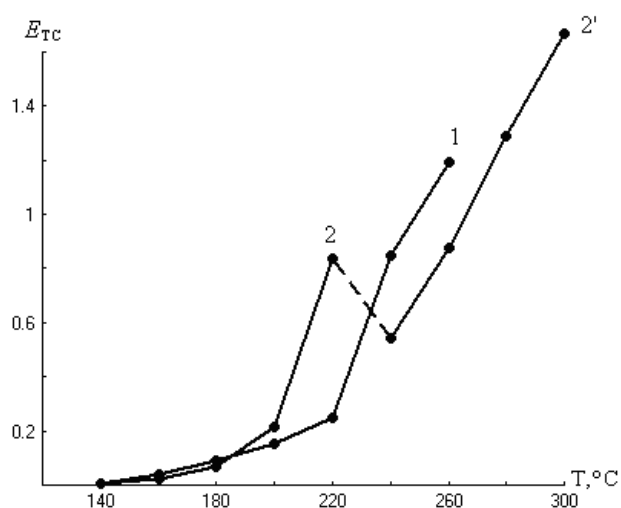


Рис. 6. Зависимость коэффициента температурной стойкости от температуры термостатирования синтетических моторных масел (усл. обозн. см. на рис. 1)

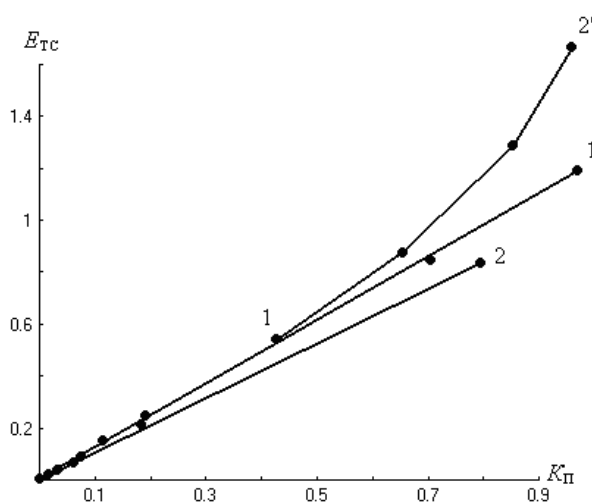


Рис. 7. Зависимость коэффициента температурной стойкости от коэффициента поглощения светового потока при термостатировании синтетических моторных масел (усл. обозн. см. на рис. 1)

Зависимость $E_{TC} = f(K_{II})$, полученная в диапазоне температур испытания от 240 до 300 °С (кривая 2'), описывается квадратичным уравнением, более интенсивное увеличение коэффициента E_{TC} по сравнению с коэффициентом K_{II} вызвано увеличением летучести масла Aqir Tecsint. Поэтому чем меньше угол наклона зависимости $E_{TC} = f(K_{II})$ к оси ординат, тем выше скорость деструкции присадок, но ниже скорость испарения масла.

Выводы

1. При термостатировании синтетических моторных масел установлено, что масло Aqir Tecsint склонно к более интенсивной температурной деструкции, летучесть масел в диапазоне температур от 140 до 260 °С практически совпадает, вязкость в температурном диапазоне от 140 до 240 °С также совпадает, однако вязкость масла Aqir Tecsint в диапазоне от 240 до 300 °С резко увеличивается (на 25%), сопротивляемость температурным воздействиям у исследованных масел одинакова.

2. В качестве критерия температурной стойкости предложен коэффициент, определяемый суммой коэффициентов поглощения светового потока и летучести масел, что позволяет их сравнивать и выбирать наиболее термостойкие масла.

Литература

1. Семенов А.П. Высокотемпературные твердые смазочные вещества // Трение и износ. – 2007. – Т.28, №5. – С. 525–538.
2. Матвеевский Р.М., Буяновский И.А., Лазовская О.В. Противозадирная стойкость смазочных сред при трении в режиме граничной смазки. – М.: Наука, 1978.
3. Виноградов Г.В. Опыт исследования противозадириных свойств углеродистых смазочных сред // Методы оценки противозадириных и противоизносных свойств смазочных материалов. – М.: Наука, 1969. – С. 3–11.



УДК 631:363(031)

Л.Г. Крючкова, С.М. Доценко

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЛИНИИ ПОДГОТОВКИ КОРНЕПЛОДОВ СОРТА КУУЗИКУ К СКАРМЛИВАНИЮ ЖИВОТНЫМ

В статье обоснован способ очистки корнеплодов сорта куузику с помощью V-образного рабочего органа. По результатам экспериментальных исследований получены модели оценки процесса очистки корнеплодов, на основании которых определены оптимальные значения его параметров, а также технических средств, осуществляющих подачу и измельчение корнеплодов.

Ключевые слова: кормовые продукты, корнеплоды, питатель, способ очистки, очиститель, измельчитель, параметры.

L.G. Krjuchkova, S.M. Dotsenko

THE SUBSTANTIATION OF THE LINE TECHNICAL MEANS PARAMETERS FOR THE PREPARATION OF KUUZIKU SORT ROOT CROPS FOR THE ANIMALFEEDING

The way of root crop kuuzikusortpeeling by means of V-shape movable object is substantiated in the article. According to the results of experimental research the assessment models of root crop peelingprocess are received. Its parameter optimum values, and also technical means carrying out giving and root crop crushing are defined.

Key words: fodder products, root crops, a feeder, peeling way, peeler, crushing machine, parameters.

Введение. Известно, что корнеклубнеплоды в кормовом балансе страны занимают значительное место и скармливаются сельскохозяйственным животным всех видов. При этом культуры, относящиеся к этой группе кормов, при соблюдении соответствующей агротехники дают с единицы площади больше питательных веществ, чем травы и зерновые вместе (кроме кукурузы) [1].