УДК 621.89.09

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ ИСПЫТАНИЯ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТРАНСМИССИОННОГО МАСЛА G – BOX EXPERT 75W – 90 GL 5

THE STUDY TESTED THE EFFECT OF TIME ON THE THERMAL PERFORMANCE GEAR OIL PERFORMANCE G - BOX EXPERT 75W - 90 GL 5

Балясников Валерий Александрович,
соискатель, e-mail: kanzas29@mail.ru
Balyasnikov Valery A., candidate for a degree
Ковальский Болеслав Иванович,
доктор техн. наук, профессор, e-mail: Labsm@mail.ru
Kowalski Bolesław I., Dr. Sc., Professor
Безбородов Юрий Николаевич,
доктор техн. наук, профессор, e-mail: Labsm@mail.ru
Bezborodov Yuri N., Dr. Sc., Professor
Ермилов Евгений Александрович,
соискатель, e-mail: evermilov@mail.ru
Yermilov Eugeny A., candidate for a degree
Батов Николай Сергеевич,
соискатель, e-mail: ns.batov@gmail.com
Batov Nikolay S., candidate for a degree

Сибирский федеральный университет, Институт нефти и газа. Россия, 660130, г. Красноярск, ул. Свободный пр., 82/1
Siberian Federal University, Institute of oil and gas. Russia, 660130, Krasnoyarsk, Free Ave., 82/1

Аннотация. *Представлены результаты исследования термоокислительной стабильности частично синтетического трансмиссионного масела, включающие определение оптических свойств, испаряемости и показателя термоокислительной стабильности. Установлены температуры начала процессов окисления, испаряемости и изменения показателя термоокислительной стабильности, а также критические температуры этих процессов. Опыты проведены при разных временных циклах испытания (8 и 6 часов испытания).*

Abstract. *The results of the study of thermal oxidative stability of partially synthetic gear oils, including determination of the optical properties, volatility index and thermal-oxidative stability. Installed start temperature oxidation, volatility and changes in the rate of thermal oxidative stability, as well as the critical temperature of these processes. The experiments were carried out at different time cycles of the test (8 and 6 hours of testing).*

Ключевые слова: *оптическая плотность, испаряемость, показатель термоокислительной стабильности, температуры начала процессов окисления и испарения, критические и предельно допустимые температуры работоспособности.*

Keywords: *optical density, volatility, an indicator of thermal oxidative stability, the temperature of the onset of oxidation and evaporation, critical and maximum allowable working temperatures abilities.*

Введение. Ресурс трансмиссионных масел зависит, в основном, от температуры на поверхности трения, которая ускоряет процессы окисления, температурной деструкции и химических реакций металлов с продуктами окисления и присадками. В этой связи для конструкторов и технологов важно знать температуры начала протекания этих процессов и критические температуры, при которых происходят аномальные явления. Поэтому целью настоящих исследований является исследование влияния времени термостатирования на температурные пределы работоспособности трансмиссионного масла.

Для исследования выбрано частично синтетическое трансмиссионное масло G – Box Expert 75W - 90 GL 5.

Методика исследования включала следующие средства контроля и испытания: прибор для термостатирования масел, фотометрическое устройство [1] и электронные весы. Техническая характеристика приборов описана в работе [2]. Методика исследования заключалась в следую-

Таблица 1 – Данные исследования синтетического масла G – Box Expert 75W – 90 GL 5 в циклах повышения и понижения температуры испытания.

Марка масла	Температура испытания Т, ℃	Оптическая плотность, D	Испаряемость, G, г	Коэффициент термоокислительной стабильности, $П_{тос}$
G – Box Expert 75W - 90 GL 5 (8 часов)	130	0,0000	1,2	0,0120
	140	0,0067	2,2	0,0292
	150	0,0478	3,2	0,0950
	160	0,1230	5,1	0,2100
	160	0,0619	4,6	0,1079
	150	0,1354	5,9	0,1976
	140	0,2100	6,4	0,2800
	130	0,2400	6,5	0,3109
G – Box Expert 75W - 90 GL 5 (6 часов)	140	0,0000	1,2	0,0120
	150	0,0270	2,3	0,0505
	160	0,1985	4,8	0,2483
	160	0,0548	4,0	0,0948
	150	0,0834	5,1	0,1367
	140	0,1128	5,6	0,1724
	130	0,2231	5,9	0,2865

щем. Проба масла постоянной массы (100 ± 0,1 г.) термостатировалась с перемешиванием при атмосферном давлении с постоянной частотой вращения мешалки последовательно при температурах 130, 140, 150, 160 °С в течение 8 и 6 часов, названным циклом повышения температуры окислении. Затем новая проба масла массой 100 ± 0,1 г. термостатировалась в цикле понижения температуры 160, 150, 140, 130 °С, также в течение 8 и 6 часов, при каждой температуре испытания, проба взвешивалась, определялась масса испарившегося масла и отбиралась часть пробы окисленного масла 2 г для прямого фотометрирования и определения оптической плотности при толщине фотометрического слоя 2 мм.

Термоокислительная стабильность исследуемого частично синтетического масла оценивалась по оптической плотности, испаряемости и показателю термоокислительной стабильности.

Результаты исследования и их обсуждения.

В табл. 1 сведены экспериментальные данные исследования частично синтетического трансмиссионного масла G – Box Expert 75W – 90 GL 5, а на рис 1 графические зависимости оптической плотности, испаряемости и коэффициента термоокислительной стабильности от температуры испытания. По полученным данным определялась оптическая плотность D:

$$D = lg\frac{\varphi}{\varphi_0}, \quad (1)$$

где φ - монохроматический световой поток падающий на слой окисленного масла; φ_0 - световой поток прошедший через слой окисленного масла.

Показатель термооклительной стабильности рассчитывается по формуле:

$$П_{тос} = D + K_g \quad (2)$$

где K_g - коэффициент испаряемости.

$$K_g = \frac{m}{M}, \quad (3)$$

где m – масса испарившегося масла, г; M – масса пробы до испытания, г.

Таблица 2 – Регрессионные уравнения при 8 – ми часовых испытаниях.

Регрессионные уравнения цикла повышения температуры испытания	
D	$1,75\cdot10^{-4}\cdot x^2 - 0,04665\cdot x + 3,107$
G	$0,00225\cdot x^2 - 0,5255\cdot x + 31,535$
$П_{тос}$	$2,45\cdot10^{-4}\cdot x^2 - 0,06445\cdot x + 4,25$
Регрессионные уравнения цикла понижения температуры испытания	
D	$-1,1\cdot10^{-4}\cdot x^2 + 0,02578\cdot x - 1,2501$
G	$-0,003\cdot x^2 + 0,808\cdot x - 47,68$
$П_{тос}$	$-1,5\cdot10^{-4}\cdot x^2 + 0,03658\cdot x - 1,9081$

Таблица 3 – Регрессионные уравнения при 6 – ми часовых испытаниях.

Регрессионные уравнения цикла повышения температуры испытания	
D	$7,225\cdot10^{-4}\cdot x^2 - 0,206825\cdot x + 14,7945$
G	$0,007\cdot x^2 - 1,92\cdot x + 132,8$
$П_{тос}$	$8\cdot10^{-4}\cdot x^2 - 0,2282\cdot x + 16,28$
Регрессионные уравнения цикла понижения температуры испытания	
D	$2,0425\cdot10^{-4}\cdot x^2 - 0,0645755\cdot x + 5,162085$
G	$-0,002\cdot x^2 + 0,518\cdot x - 27,66$
$П_{тос}$	$1,8\cdot10^{-4}\cdot x^2 - 0,05832\cdot x + 4,8214$

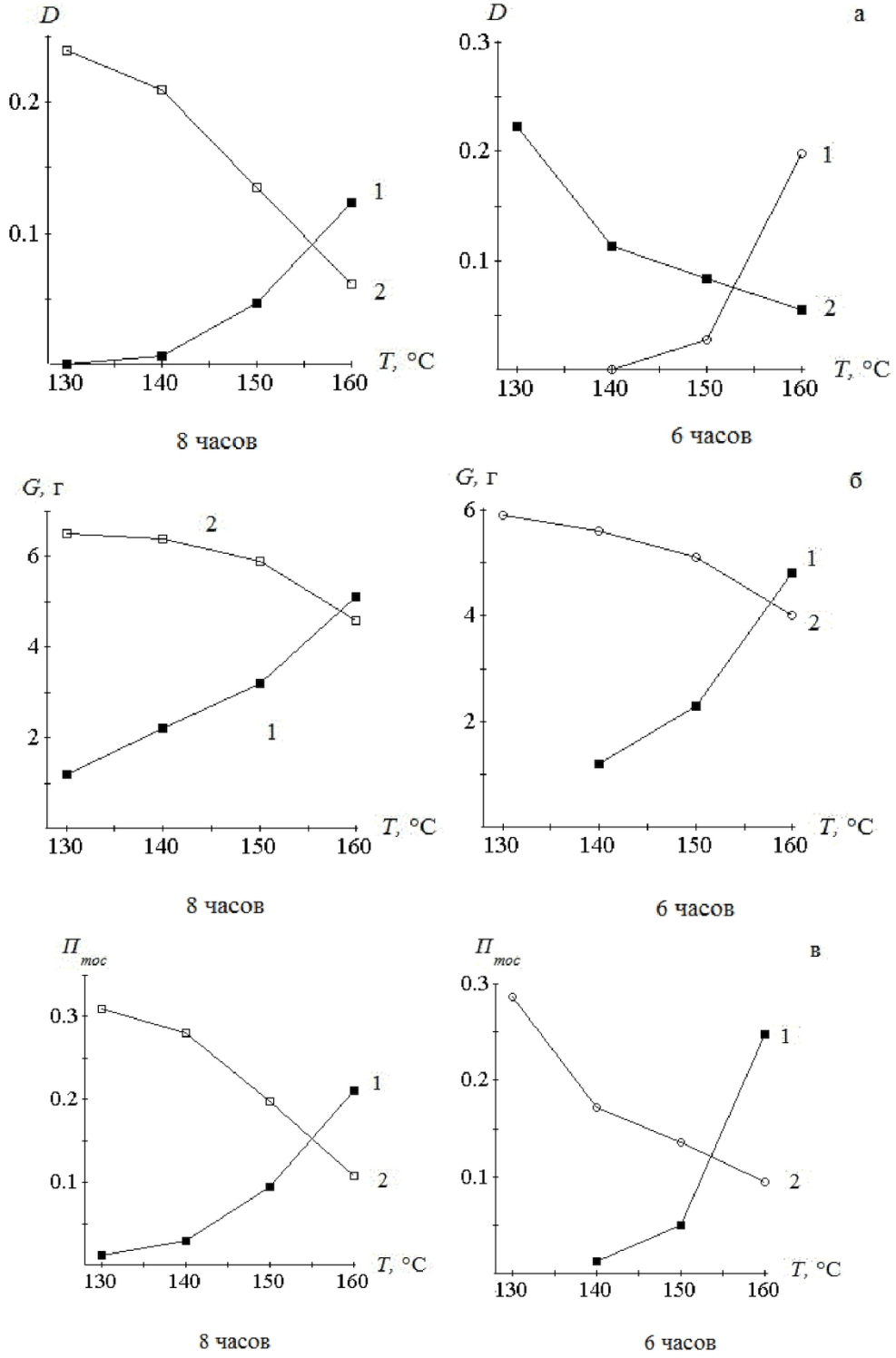

Рис 1. Зависимости оптической плотности (а), испаряемости (б) и показателя термоокислительной стабильности (в) от температуры окисления частично синтетического трансмиссионного масла G – Box Expert 75W - 90 GL 5: 1 – цикл увеличения температуры; 2 – цикл понижения температуры.

Представленные зависимости на рис. 1 а, б, в, описываются полиномом второго порядка, например, а регрессионные уравнения имеют вид представленный в табл. 2 для 8 – ми и в табл. 3 для 6 – ти часовых опытов.

Решая регрессионные уравнения в циклах повышения температуры окисления, для оптической плотности, испаряемости и показателя термоокислительной стабильности определяем температуры начала изменения этих показателей, а в циклах

Таблица 4 – Расчетные данные по температурам начала процессов окисления, испарения и предельно допустимой температуре работоспособности.

Марка масла	Температуры начала процессов			Погрешность, %
G – Box Expert 75W - 90 GL 5	Время испытаний	8 часов	6 часов	
	Окисления	133,2	146,2	8,8
	Испарения	116,7	137	14,8
	Температурных преобразований	131,4	142,6	7,8
	Критические температуры процессов			
	Окисления	165,8	158	4,7
	Испарения	181,3	183,7	1,3
	Температурных преобразований	168,2	161,9	3,7
	Предельная температура работоспособности			
	Окисления	156,3	153	2,1
	Испарения	158,7	158,1	0,3
	Температурных преобразований	155,5	53,9	1

понижения температуры испытания определяются критические температуры процессов окисления, испарения и изменения показателя термоокислительной стабильности. Приравнивая уравнения в циклах повышения и понижения температуры окисления определяется предельно допустимые температуры по оптической плотности, испаряемости и показателю термоокислительной стабильности.

Данные по исследуемым синтетическом маслем сведены в табл. 4.

Погрешность рассчитывается по показателям процессов окисления, испарения и изменениям показателя термоокислительной стабильности. Так максимальные погрешности для частично синтетического трансмиссионного масла G – Box Expert 75W - 90 GL 5, в критических температурах составила 4,7, в придельных температурах 2,1. Стоит отдельно выделить погрешность температуры начала процесса испарения которая выделяется из общего ряда и составляет 14,8. Это обусловлено наличием легких фракций выкипающих в начальных этапах проведения опыта.

Вывод. На основе проведенных исследований показано, что применение предложенного метода контроля температурных пределов работоспособности трансмиссионного масла, позволяет получить дополнительную информацию о температурных режимах его применения и совершенствовать систему классификации. Проведена проверка температурных параметров при разном времени испытании, которая показала, что температурные параметры исследуемого трансмиссионного масла практически не зависят от времени испытания. Выделяется температура начал процесса испарения, которая объясняется выкипанием легких фракций на начальных этапах проведения опытов. Для сравнения масел одного назначения целесообразно исследования проводить при одном времени испытания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 А. С. N851111 СССР МКИ^3 G01J 1/04 Фотометрический анализатор / Б. И. Ковальский, Г. М. Сорокин; опубл. 30.07.81 №28.

2 Ковальский Б. И. Методы и средства повышения эффективности использования смазочных материалов / Б. И. Ковальский. – Новосибирск: Наука, 2005. – 3410.

REFERENCES

1 A. S. N851111 CCCR G01J 1/04 Fotometricheskij analizator / B. I. Koval'skij, G. M. Sorokin; opubl. 30.07.81 №28.

2 Koval'skij B. I. Metody i sredstva povyshenija jeffektivnosti ispol'zovanija smazochnyh materialov / B. I. Koval'skij. – Novosibirsk: Nauka, 2005. – 3410

Поступило в редакцию 15.01.2017
Received 15.01.2017