

Реологические и трибологические исследования присадки на основе поверхностно-активных веществ

Степанова Т.Ю., канд. техн. наук

Представлена антифрикционная присадка на основе поверхностно-активных веществ, позволяющих стабилизировать кинематическую вязкость и процесс окисления масла при эксплуатации. Показана взаимосвязь между процессом деструкции масла и коэффициентом трения.

Ключевые слова: антифрикционная присадка, поверхностно-активное вещество, деструкция, трение, вязкость.

Rheological and three rheological research of a dope on the surface-active agents basis

Stepanova T.U., Candidate of Engineering Science

The antifriction dope is developed on the surface-active agents basis. The surface-active agent allow to stabilize a kinematic viscosity and process of oil ageing while maintenance. The correlation between process of a destruction of oil and friction coefficient is shown. The antifriction dope for industrial oil I-50 allows to lower a friction coefficient in 4 times.

Keywords: antifriction dope, surface-active agent, destruction, friction, viscosity.

Повышение работоспособности деталей узлов трения является актуальной задачей современного машиностроения. В технологических процессах для снижения трения в трибосистемах используют антифрикционные присадки к смазочным материалам. Основным приемом, снижающим износ взаимно перемещающихся поверхностей, является создание между этими поверхностями смазочных пленок. Для создания защитных пленок, улучшения антифрикционных свойств поверхностей применяется подбор смазочных композиций по соответствующим физико-химическим свойствам. Интересным является способ химической модификации индустриальных масел поверхностно-активными веществами (ПАВ) [1–3].

В качестве антифрикционной присадки разработан состав на основе ПАВ. Для исследования использовалось индустриальное масло И-50, применяемое в редукторах. В процессе эксплуатации происходит его деструкция, т.е. повышается кинематическая вязкость, кислотное число и, соответственно, ухудшаются антифрикционные свойства. Для улучшения эксплуатационных характеристик индустриального масла И-50 использовалась присадка на основе ПАВ в количестве 1–5 масс.%. Присадка хорошо эмульгируется в масле, образуя однородную систему. Перед трибоиспытаниями опытные смазочные композиции проверялись на стабильность системы, по динамической и кинематической вязкости и кислотному числу.

ПАВ обладают низким сдвигом при деформации. Вещества антифрикционной присадки имеют линейную форму молекул, которые в виде вытянутых палочек ориентируются в потоке масла и образуют защитный слой на трибоповерхностях. Динамическая вязкость

системы уменьшается с увеличением напряжения сдвига.

Исследовалось влияние напряжения сдвига на динамическую вязкость смазочной композиции на программируемом вискозиметре DV компании Брукфильда при температурном диапазоне от 50 до 100°C и скорости вращения шпинделя от 1 до 200 об/мин. Принцип работы вискозиметра – вращение специального измерительного шпинделя, погруженного в тестируемую жидкость, посредством калибровочной спиральной пружины. Вязкое трение жидкости о шпиндель определялось по закручиванию приводной пружины, которое измеряется датчиком угла вращения.

Таблица 1. Зависимость динамической вязкости от модуля сдвига и температуры

Процентное содержание присадки в масле И-50	Динамическая вязкость, МПа·с	Модуль сдвига, Н/м ²	Температура, °С
0	65–30	3,5–8,2	50–100
1	58–36	2,8–13	50–100
2	57–35	3,1–10,1	50–100
3	56–34	2,9–9,5	50–100
4	55–32	3,2–8,7	50–100
5	54–35	2,6–8,0	50–100

Анализ полученных данных (табл. 1) показывает, что с повышением температуры и напряжения сдвига на 16–23 % динамическая вязкость снижается в 1,6 раза и, соответственно, улучшаются смазочные и антифрикционные свойства масла при содержании присадки от 1 до 3 %.

После производственных испытаний опытных смазочных композиций определяли кинематическую вязкость и кислотное число. При окислении масла происходит повышение

вязкости. При повышенном кислотном числе масла ускоряется процесс износа деталей узлов трения – зубчатой передачи редуктора.

Кинематическую вязкость исследуемого масла И-50 с присадкой определяли по ГОСТ 33-2000 с помощью стеклянного вискозиметра типа ВПЖ-4 при температуре 40°C. В качестве контрольного варианта принято масло И-50.

Кислотное число определялось по ГОСТ 5985-88 титрованием кислых соединений испытуемого продукта спиртовым раствором гидроксида калия в присутствии цветного индикатора – нитрозинового желтого.

Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2. Зависимость кинематической вязкости от кислотного числа смазочного материала

Состав смазочного материала, %	Кинематическая вязкость		Кислотное число		Приращение кислотного числа, КОН/г масла
	до испытаний, мм ² /с	после испытаний, мм ² /с	до испытаний, мг КОН/г масла	после испытаний, мг КОН/г масла	
И-50 – 100	105,0	108,3	0,043	0,150	0,107
Присадка-0					
И-50 – 99	107,1	111,2	0,026	0,078	0,052
Присадка-1					
И-50 – 98	108,4	112,8	0,016	0,060	0,044
Присадка-2					
И-50 – 97	112,6	114,6	0,012	0,050	0,038
Присадка-3					
И-50 – 96	113,0	115,3	0,010	0,040	0,030
Присадка-4					
И-50 – 95	113,7	120	0,008	0,035	0,027
Присадка-5					
Норматив по ГОСТу 20799-80	90-110	-	0,050	0,25	0,2

Примечание. Приведены средние значения показателей 10 опытов.

Вязкость всех смазочных композиций соответствует требованиям ГОСТ 20799-80. При замене масла одной марки на другую выбирают масло с кинематической вязкостью больше стандартной величины на 5–10 единиц. Разработанные смазочные композиции отвечают данному требованию.

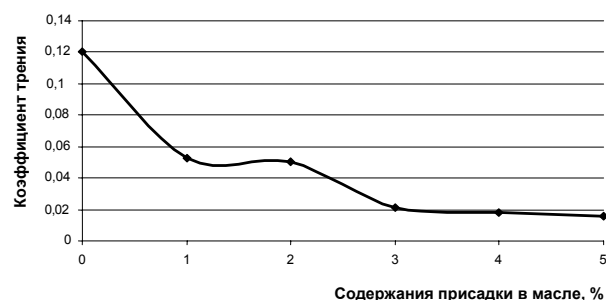
Опытная присадка позволяет стабилизировать процесс окисления масла и продлить его срок службы и, соответственно, деталей узлов трения.

Присадка взаимодействует с образующимися кислотами, соединяясь в сложные эфиры. Вследствие этого происходит уменьшение приращения кислотного числа в 2–3 раза и незначительное изменение кинематической вязкости смазочной композиции. Сложные эфиры обладают хорошими смазочными свойствами и, соответственно, улучшают антифрикционное действие присадки.

Трибологические исследования присадки проводили на машине трения СМТ-1. Для испытаний были взяты образцы из стали 45, широко применяемой в машиностроении. Результаты испытаний представлены на рисунке.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод, что разработанная присадка на основе ПАВ замедляет процесс окисления индустриального масла И-50 и стабилизирует его кинематическую вязкость при эксплуатации, позволяет снизить коэффициент трения в 4 раза.

Оптимальная величина содержания присадки в масле И-50 составляет 3 масс. %.



Зависимость коэффициента трения от содержания присадки в масле И-50

Проведенные исследования позволяют рекомендовать разработанную присадку для использования в производстве.

Список литературы

1. **Справочник** по триботехнике / Под общ. ред. М. Хебды, А.В. Чичинадзе. В 3 т. Т.1. Теоретические основы. – М.: Машиностроение, 1989.
2. **Заславский Ю.С.** Трибология смазочных материалов. – М.: Химия, 1991.
3. **Аксенов А.Ф.** Трение и изнашивание металлов в углеводородных жидкостях. – М.: Машиностроение, 1977.

Степанова Татьяна Юрьевна,
Ивановский государственный химико-технологический университет,
кандидат технических наук, доцент кафедры механики,
телефон 8-910-991-17-80.