

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Физико химические свойства смесей моторного масла со смазочной композицией СУПРОТЕК

Акинина А.И.¹, к.т.н. доц. Бернацкий В.В.², к.т.н. доц. Ходяков А.А.¹, Абдель Сатер Р.И.¹
¹Российский университет дружбы народов, ²Университет машиностроения,
 (495) 223 05 23, доб. 1587, vladislav_bern@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты изучения смесей моторного масла со смазочной композицией СУПРОТЕК. Показано, что влияние смазочной композиции на физико химические свойства моторного масла пренебрежимо мало. Сделано предположение, что это влияние связано не свойствами системы масло ультрадисперсные частицы, а со свойствами минерального масла, выполняющего в указанной композиции функцию носителя.

Ключевые слова: моторное масло, смазочная композиция, индекс вязкости, кислотное число, энергия активации, диспергирующая способность.

Известно, что присутствующая в моторном масле смазочная композиция СУПРОТЕК обладает не только моющим действием (снимает нагары и отложения с поверхностей деталей двигателя), но и формирует на деталях поверхностный износостойкий слой с низким коэффициентом трения. Такая способность смазочной композиции связана с присутствующими в ней слоистыми силикатами (активный компонент ультрадисперсные частицы серпентинов, хлоритов и других минералов), которые, как это указано в литературных источниках, химически нейтральны ко всем веществам, входящим в пакет присадок смазочного материала. Однако сложная структура указанных минералов, многокомпонентность состава, а также присутствие примесей Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al, Mn, Ni, Ti, Ca и OH групп, например, в серпентине, вызывает необходимость проведения опытов, связанных с контролем физико химических свойств смазки после введения в нее смазочной композиции СУПРОТЕК.

Экспериментальная часть

Исследованию подвергали синтетическое моторное масло Castrol Magnatec 5W 40 (API SN/CF) и смазочную композицию СУПРОТЕК УНИВЕРСАЛ (СКУ). Готовили пробы исходного масла и работавшего масла (РМ). Содержание в пробах смазочной композиции составляло 2–16%. Работавшее масло – это пробы, взятые из прогретого двигателя масла после 8 тысячного (км.) пробега автомобиля. Объем жидкой фазы во всех опытах не превышал 20 мл. Перед приготовлением смесей масел с СКУ флакон, содержащий смазочную композицию, по рекомендации производителя, подвергали интенсивному встряхиванию.

Кинематическую вязкость объектов исследования определяли (в интервале температур от 40°C до 100°C) вискозиметрами ВПЖ 4, плотность (ρ) жидкостей измеряли нефтенсиметрами.

Расчет вязкости (ν , сСт) проводили по уравнению:

$$\nu = C \cdot \tau, \quad (1)$$

где: C – постоянная вискозиметра, сСт·с⁻¹; τ – среднеарифметическое время истечения масла и проб, содержащих компоненты масла и кондиционера металла, сек.

Расчет индекса вязкости (ИВ), характеризующего вязкостно температурные свойства моторного масла и проб, содержащих компоненты масла и смазочную композицию, осуществляли по формулам:

$$ИВ = \left[\frac{(\text{anti log } N) - 1}{0.00715} \right] + 100; \quad (2)$$

$$N = \frac{\log H - \log U}{\log Y}, \quad (3)$$

где: U и Y – кинематическая вязкость при 40 и 100°C; H – кинематическая вязкость при 40°C моторного масла с индексом вязкости 100, обладающего той же вязкостью, что и испытываемые пробы при 100°C.

Значения N определяли по таблице.

Процесс набухания резины изучали, используя не специальную маслостойкую резину, а обычную, применяемую для изготовления медицинских бинтов. Габаритные размеры образцов (плоскопараллельные образцы) не превосходили $1.5 \cdot 10^2 \times 1.5 \cdot 10^2 \times 1.4 \cdot 10^3$ [м]. Резину, предварительно взвешенную на порционных весах ВЛТЭ 150, помещали в пробы масла. Контроль массы образцов проводили чрез 80 часов контакта резины с объектами исследования (за время 80 часов в системе резина масло устанавливается состояние равновесия [1]). Опыты проводили при 20°C.

Степень набухания резины (α) рассчитывали по уравнению [2]:

$$\alpha = (m - m_0) / m_0, \quad (4)$$

где: m – масса резины после набухания, г; m_0 – масса резины до набухания (до соприкосновения с образцом масла), г.

Энергию активации вязкого течения (E_a) определяли графически по тангенсу угла наклона прямых, построенных в координатах $\ln \nu$ от обратной температуры ($1/T$). Зависимость вязкости от температуры описывается уравнением [3]:

$$\nu = A \exp(E_a / RT), \quad (5)$$

где: A – постоянная; E_a – энергия активации; R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура.

Кислотное число (K) исходного моторного масла и проб, содержащих СКУ, определяли, используя метод титрования (0.05 N раствор KOH). Индикатором избытка гидроксил ионов при проведении опытов служил 1% ый спиртовой раствор фенолфталеина [4]. Этот метод определения K отличается от методики ГОСТа 5985 79, однако он позволяет оценить влияние на кислотность моторного масла смазочной композиции. Масса проб объектов исследования масла составляла ~10 г.

Обсуждение результатов

Из сопоставления данных (таблица 1) следует, что ИВ смазочной композиции ниже индекса вязкости исходного моторного масла. В значениях параметров ИВ смесей наблюдается определенная закономерность. С увеличением содержания СКУ индекс вязкости смесей падает. Аналогичным образом изменяются и вязкость смесей моторного масла со смазочной композицией. Построенные в координатах вязкость состав зависимости представляют собой прямые линии. Следовательно, смеси исходного моторного масла со смазочной композицией обладают свойством аддитивности, т. е. не будут расслаиваться как при приготовлении составов (в представленных ранее пропорциях), так и при их хранении [5].

Таблица 1

Значения вязкости, плотности, индекса вязкости исходного моторного масла (ИМ), смазочной композиции (СКУ) и проб, содержащих компоненты моторного масла и смазочной композиции

Параметр	СКУ	ИМ	PM	ИМ*	ИМ с 8% СКУ	ИМ с 4% СКУ	ИМ с 2% СКУ
ν при 40°C, сСт	64.5	81.9	68.2	79.0	80.5	81.3	81.6
ν при 100°C, сСт	9.0	14.1	13.8	13.2	13.6	13.8	14.0
ИВ	115	182	182	183	172	176	178
ρ , г·см ³	0.878	0.845		0.852			

* – нормативные значения плотности (при 15°C) и вязкости моторного масла Castrol Magnatec 5W 40 (API SN/CF).

Из составления данных (таблица 2) следует, энергия активации вязкого течения ИМ и РМ одинакова (27.7 кДж/моль). Идентичны и параметры индекса вязкости ИМ и РМ (табл. 1, 2). Такая идентичность указанных параметров свидетельствует, что работавшее моторное масло не потеряло своих эксплуатационных свойств. Это подтверждается также и оценкой моюще диспергирующих свойств РМ, проведенной методом капельной пробы («масляного пятна») [6]. Диспергирующая способность (ДС) работавшего моторного масла составила 0.7–0.8 ус. ед. (неудовлетворительным считается диспергирующее свойство меньше 0.3 ус. ед.). Аналогичные параметры ДС получены и для смесей работавшего моторного масла со смазочной композицией [7]. Следовательно, присутствующие в смесях компоненты смазочной композиции не оказывают влияния на формирование зоны растекания (расплыва) и зоны диффузии работавшего моторного масла, нанесенного на фильтровальную бумагу. Это характеризует не только то, что размер частиц (ультрадисперсные частицы) активного компонента СКУ ниже размера частиц, загрязняющих моторное масло, но и свидетельствует об отсутствии протекания процесса агрегации частиц в более крупные образования. Такой вывод подтверждают и одинаковые параметры степени набухания резины, помещенной в работавшее моторное масло и резины, контактирующей со смесями, содержащими СКУ (таблица 2). Размеры (d) и подвижность (μ) компонентов СКУ не выше и не ниже параметров d и μ компонентов работавшего масла [2]. В противном случае значения степени набухания в смесях были бы больше или меньше значения α , полученного для работавшего моторного масла.

Таблица 2.

Значения степени набухания резины (α), энергии активации вязкого течения (E_a), кислотного числа (K) моторного масла (ИМ), работавшего масла (РМ) и смесей моторного масла со смазочной композицией

Параметр	СКУ	ИМ	ИМ с 8% СКУ	РМ	РМ с 2% СКУ	РМ с 8% СКУ	РМ с 16% СКУ
α , г/г	0.54±0.03				0.54±0.03		0.54±0.03
E_a , кДж/моль	30.5	27.7		27.7		27.7	
K , мг КОН/г	0.06	0.70	0.76				

Энергия активации вязкого течения СКУ выше на ~9% параметра E_a моторного масла (таблица 2). Однако такое отличие никак не отражается в E_a смесей моторного масла с СКУ. Следовательно, присутствующие в смесях моторных масел с СКУ ультрадисперсные частицы не оказывают влияния на механизм перемещения (по вакансиям) молекул компонентов моторного масла из одного слоя жидкости в другой.

Кислотное число исходного моторного масла после введения в него СКУ возрастает на величину, равную значению K смазочной композиции (таблица 2). Кислотность смазочной композиции намного ниже параметра K моторного масла. Такая разница в указанных значениях свидетельствует, что СКУ оказывает слабое влияние на кислотность моторного масла.

Таким образом, влияние смазочной композиции на физико химические свойства моторного масла пренебрежимо мало. Это влияние, скорее всего, связано не свойствами системы масло ультрадисперсные частицы, а со свойствами минерального масла, выполняющего в указанной композиции функцию носителя. Падение индекса вязкости и рост кислотности смесей, состоящих из СКУ и моторного масла, не должен сказываться на эксплуатационных характеристиках моторного масла.

Литература

- Афанасьев С.Г., Абу Ниджим Рамзи Хассан, Ходяков А.А. Влияние температуры на физико химические свойства моторного масла // Грузовик: строительно дорожные машины, автобус, троллейбус, трамвай. 2012. № 1. С. 31–33.
- Авакумова Н.И., Бударина Л.А., Дивгун С.М. и др.; Под ред. В. Ф. Куренкова. Практикум

- по химии и физике полимеров. М.: Химия, 1990. 304 с.
3. Я.И. Френкель. Кинетическая теория жидкостей. Л.: Наука, 1975. 375 с.
 4. Ходяков А.А., Каменный А.В., Измайлов С.А. Эксплуатационные материалы: Методические указания к лабораторным работам. Изд. МГТУ «МАМИ», 2010. 40 с.
 5. Вагнер В.А., Гвоздев А.М. Улучшение экологических показателей дизеля путем добавки в топливо диметилового эфира. // ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК. 2006. № 4. С. 32–38.
 6. Абу Ниджим Р.Х., Ходяков А.А., Халиль И.А.С., Федосеенко Е.Ю. Физико-химические показатели смазки в трибосопряжениях ДВС. Моторное масло. М.: РУДН, 2013. 44 с.
 7. Ходяков А.А., Бернацкий В.В., Федосеенко Е.Ю. Антикоррозионные свойства антифриза системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания. // Тракторы и сельхозмашины. 2014. №12. С. 36–37.

Электромеханическая система для обеспечения неразрывности подведения мощности к двигателю при переключении передач в трансмиссии автомобиля

Горбатовский А.В., д.т.н. проф. Котиев Г.О., Чулюкин А.О.
МГТУ им. Н.Э. Баумана
chulukin@rambler.ru

Аннотация. В статье представлено описание математических моделей трансмиссии с электромеханической системой для обеспечения неразрывности подведения мощности к двигателю при переключении передач, а также трансмиссии традиционной схемы, которые позволяют исследовать характеристики разгона автомобиля. Приведены результаты моделирования на ЭВМ процесса переключения передач для рассматриваемых конструкций.

Ключевые слова: муфта сцепления, поток мощности, двигатель, крутящий момент, математическая модель, имитационное математическое моделирование, автомобиль.

Известно, что обеспечение неразрывности потока мощности от двигателя к двигателю при переключении передач в трансмиссии актуально для тракторов и автомобилей, работающих на бездорожье. В настоящее время с целью организации переключения передач в трансмиссиях автомобилей и тракторов без разрыва потока мощности применяют гидродожимные фрикционные муфты [1–6], двухпоточные двойные фрикционные муфты сцепления с автономным управлением совместно с вальными коробками передач (КП) специальной конструкции [2–4], а также планетарные КП [4–6]. Кроме того, неразрывность потока мощности, при переключении передач в трансмиссии традиционной кинематической схемы (двигатель – однопоточное сцепление – КП – главная передача) может быть обеспечена установкой в трансмиссию после КП электропривода для «докручивания» выходного вала КП – подведения мощности в трансмиссию во время переключения передач, что обеспечивает поддержание скорости вращения выходного вала КП.

В работе представлен принцип работы электромеханической системы для обеспечения неразрывности потока мощности на примере процесса разгона автомобиля с автоматизированной вальной КП и однопоточной муфтой сцепления с использованием имитационного математического моделирования на ЭВМ. Так же проведено сравнительное моделирование разгона автомобиля с разрывом потока мощности при переключении передач.

Математические модели предназначены для определения законов переключения в автоматизированной КП, так как это непосредственно связано с безопасностью движения и повышением подвижности.

В работе использовались следующие алгоритмы управления: для трансмиссии традиционной конструкции – при работе двигателя на внешней скоростной характеристике при достижении заданной скорости происходило полное выключение муфты сцепления, а сте-