

Н. П. Кучеренков¹, Д. Н. Небыков¹, О. А. Кротикова²

ВЛИЯНИЕ ПОЛЯРНОСТИ БАЗОВЫХ МАСЕЛ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСНО-АЛЮМИНИЕВЫХ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

¹ Волгоградский государственный технический университет

² ООО «ИНТЕСМО»

E-mail: nikolai_kycherenkov@mail.ru

Осуществлен анализ влияния полярности базовых масел на характеристики пластичных смазок на основе комплексного алюминиевого загустителя. Показано, что с увеличением поверхностного натяжения базового масла уменьшается значение пенетрации пластичных смазок. Результаты исследований подтверждают влияние полярности базовых масел на комплексно-алюминиевые смазки и позволяют прогнозировать некоторые характеристики смазок в зависимости от используемого масла [1].

Ключевые слова: базовые масла, полярность, пластичные смазки.

Введение

Знание растворяющей способности масла необходимо в производстве смазочных материалов. Это имеет особое значение для понимания и контроля состава и стабильности продуктов, состоящих из нескольких компонентов, одним из которых является базовое масло (комплексные смазки). На характеристики смазочного материала влияет множество факторов, таких как температурный режим технологического процесса, время изготовления, используемое сырье и его качество, используемые загустители, масла и присадки. При рассмотрении масел отдельно выделяется их полярность. Предположительно, полярность масел влияет на растворяющую способность масел. Определение полярности веществ – сложный процесс, и по этой причине используют другие показатели, которые напрямую коррелируют с полярностью вещества. В прошлом было предложено несколько методов определения полярности масел. Часто упоминаемый метод измерения

полярности масла заключается в измерении его диэлектрической проницаемости. Хотя он используется в нефтяной промышленности для проверки качества масел и обнаружения загрязняющих веществ, его редко используют для фактического определения полярности масла или его растворимости в воде. Также методами измерения полярности масла служат исследование растворимости масла в водно-диоксано-вых смесях и хроматографический анализ. В данной работе был использован метод определения полярности масла на основе измерения поверхностного натяжения [2].

Пластичные смазки на основе комплексно-алюминиевого загустителя обладают высокой водостойкостью благодаря выдающимся адгезионным характеристикам, в том числе связанными с высокой полярностью загустителя. Такие смазки находят широкое применение в смазывании открытых зубчатых передач, перспективны также смазки пищевых категорий и биоразлагаемые [3]. Однако высокая полярность

загустителя может вызывать проблемы совместимости с некоторыми видами базовых масел, что негативно скажется на технологических характеристиках конечного продукта.

Целью данной работы является оценка влияния полярности масла на показатели пенетрации и температуры каплепадения комплексно-алюминиевых смазок.

Экспериментальная часть

Для исследования влияния полярности масел на характеристики комплексных смазок использовались следующие базовые масла: SN-900 (ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», Россия), Т-600 (Nynas, Швеция), DowSyn PAO-40 (Riedberg Chemical Corporation, Китай), эфир СНП-5759 (АО НПЦ СПЕЦНЕФТЬПРОДУКТ, Россия). Ниже приведено краткое описание задействованных базовых масел.

Базовое масло SN-900 имеет высокую вязкость и подходит для производства большинства коммерческих смазочных масел и смазок. Изготавливается из вакуумных дистиллятов с последующей гидроочисткой. Обладает высокой антиокислительной стабильностью, высокой чувствительностью к присадкам, и имеет отличные вязкостные и температурные параметры. По классификации API имеет I группу.

Базовое масло Т-600 представляет собой гидроочищенное нефтяное базовое масло с очень высокой вязкостью, обладает очень высокой растворяющей способностью и очень хорошими низкотемпературными свойствами. По классификации API имеет 1 группу.

Базовое масло PAO-40 представляет собой прозрачное синтетическое базовое масло, про-

изведенное путем каталитической полимеризации линейных альфа-олефинов. По классификации API имеет IV группу.

Эфир СНП-5759 – насыщенный пентаэритритовый эфир линейной кислоты, обладает высокой износостойкостью, биоразлагаемостью и хорошими низкотемпературными характеристиками. По классификации API имеет V группу.

Для приготовления комплексно-алюминиевых смазок использовались загуститель Komad 8400 (MOL, Венгрия), представляющий собой оксостеарат алюминия, растворенный в нефтяном масле, и бензойная кислота (WUHAN YOUJI INDUSTRIES CO., Ltd., Китай).

Значения поверхностного натяжения отобранных для исследования базовых масел проводились на тензиометре «DST-30», который предназначен для быстрого определения поверхностного натяжения с использованием метода пластины Вильгельми [4].

Для определения пенетрации пластичных смазок использовали лабораторный пенетрометр «ПН-20». Для определения значений температуры каплепадения смазок использовали аппарат «КАПЛЯ-20И» [5, 6].

Результаты и их обсуждение

Известно, что поверхностная активность веществ увеличивается с увеличением полярных групп в молекуле. Данное утверждение позволяет принять значение поверхностного натяжения за показатель полярности исследуемого набора базовых масел. Значения поверхностного натяжения для исследуемых базовых масел и их вязкости представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели поверхностного натяжения для базовых масел

Базовое масло	Вязкость, мм ² /с при 40 °С	Показатель поверхностного натяжения, мН/м
SN-900	238,3	40,34
Т-600	567,6	45,93
PAO-40	397,0	39,72
СНП-5759	23,18	32,37

Из табл. 1 следует, что наибольшим поверхностным натяжением обладают нефтяное масло SN-900 и нефтяное масло Т-600, а наименьшим поверхностным натяжением обладают масла СНП-5759 и PAO-40. Рассматривая химический состав данных масел, можно сделать вывод, что наличие линейных углеводородов при-

водит к уменьшению поверхностного натяжения и, соответственно, полярности масел.

Исследуя влияние полярности базовых масел на характеристики комплексных смазок, были приготовлены четыре образца комплексно-алюминиевой смазки с соблюдением единой рецептуры и порядка ее получения для каждого

масла. Рецептúra комплексной алюминиевой смазки представлена в табл. 2.

Таблица 2

Рецептура комплексной алюминиевой смазки

Компонент	Содержание, % масс.
Базовое масло	86,0
КОМАД 8400	11,9
Бензойная кислота	2,1

Порядок приготовления смазки:

Согласно рецептуре взвешивается масло в полном объеме на аналитических весах. С использованием перемешивающего устройства

масло нагревается на электроплитке до 80 °С, после чего небольшими порциями добавляется весь объем бензойной кислоты, предварительно взвешенный на аналитических весах. Далее температура доводится до 100 °С, при которой добавляется весь объем КОМАД 8400, смесь выдерживают в течение часа. Затем производится нагрев до 215 °С с выдержкой смеси по 30 минут через каждые 20 °С нагрева. Далее готовая смазка охлаждается при комнатной температуре.

Полученные образцы были проанализированы по показателям «Пенетрация с перемешиванием 60 двойных ударов при 25 °С» [7] и «Температура каплепадения» [8]. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели пенетрации и температуры каплепадения комплексно-алюминиевых смазок, полученных с использованием базовых масел

Базовое масло	Пенетрация с перемешиванием 60 двойных ударов при 25 °С, 1/10 мм	Температура каплепадения, °С
SN-900	286	312
T-600	271	243
РАО-40	433	220
СНП-5759	Более 633	Определение невозможно

Рассматривая полученные экспериментальные данные, можно заметить, что смазки на основе масел с более низким значением поверхностного натяжения и, следовательно, более низкой полярностью, имеют большее значение пенетрации. Данный эффект объясняется тем, что менее полярные масла хуже реагируют с полярным загустителем. Смазки, полученные на основе более полярных масел, напротив, имеют низкие показатели пенетрации. По значениям температуры каплепадения четкой корреляции между данной характеристикой и значением полярности не прослеживается, однако так как ее значения превышают 220 °С в первых трех смазках, можно сделать вывод, что получен именно комплексный загуститель. При приготовлении смазки на основе эфира СНП-5759 не наблюдалось образования какой-либо структуры, консистенция оставалась жидкой на протяжении всего процесса приготовления, а определение температуры каплепадения в итоговом образце и вовсе оказалось невозможным. Все это также объясняется низким показателем полярности используемого масла и за счет этого плохой совместимостью с полярным загустителем.

Выводы

Полярность базовых масел имеет большое влияние на характеристики комплексных смазок, чем выше полярность масла, тем лучше она реагирует с комплексно-алюминиевым загустителем, который сам обладает высокой полярностью. Фактор полярности базовых масел необходимо учитывать при получении комплексно-алюминиевых смазок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. El-Mahrab-Robert, M., Rosilio V., Bolzinger M.A., Chaminade P., Grossiord J.L. Assessment of oil polarity: Comparison of evaluation methods // International Journal of Pharmaceutics. – V. 348, № 1–2, 2008. – P. 89–94.
2. Yan, C. Dispersion of Nanoparticles in Lubricating Oil: A Critical Review / C. Yan, R. Peter, L. Hong // Journal of the Mechanical Engineering Department, University of Texas. – V. 7. – № 7, 2019. – P. 1–21.
3. Манг, Т., Дрезель У. (ред) Смазки. Производство, применение, свойства. Справочник: пер. 2-го изд. под ред. В. М. Школьников. – СПб.: «Профессия», 2010. – 944 с.
4. Дрябина, С. С. Методы определения поверхностного натяжения и адсорбции на границе жидкость – газ : метод. указания / сост. С. С. Дрябина, Ю. В. Шулевич; ВолгГТУ. – Волгоград, 2012. – 40 с.
5. Кузнецов, А. В. Топливо и смазочные материалы / А. В. Кузнецов. – Москва : КолосС, 2007. – 199 с.

6. *Фройштетер, Г. Б.* Реологические и теплофизические свойства пластичных смазок / Г. Б. Фройштетер, Г. В. Виноградов. – Москва : Химия, 1980. – 175 с.

7. Смазки пластичные. Методы определения пенетрации пенетрометром с конусом: ГОСТ 5346-78. – Введ. 01.01.1979. – 9 с.

8. Смазки пластичные. Определение температуры каплепадения в широком диапазоне температур: ГОСТ 32322-2013. – Введ. 01.01.2015. – М.: Стандартиформ, 2017. – 14 с.

REFERENCES

1. *El-Mahrab-Robert, M., Rosilio V., Bolzinger M.A., Chaminade P., Grossiord J.L.* Assessment of oil polarity: Comparison of evaluation methods // International Journal of Pharmaceutics. – V. 348, № 1-2, 2008. – P. 89–94.

2. *Yan, C.* Dispersion of Nanoparticles in Lubricating Oil: A Critical Review / C. Yan, R. Peter, L. Hong // Journal of the

Mechanical Engineering Department, University of Texas. – V. 7, № 7, 2019. – P. 1–21.

3. *Mang, T., Drezel W.* (ed.) Lubricants. Production, application, properties. Reference book: trans. 2nd ed. edited by V. M. Shkolnikov – St. Petersburg: Profession, 2010. – 944s.

4. Methods for determining surface tension and adsorption at the liquid–gas interface: method. instructions / comp. S. S. Deryabina, Yu. V. Shulevich; VolgSTU. – Volgograd, 2012. – 40 p.

5. *Kuznetsov, A.V.* Fuel and lubricants / A.V. Kuznetsov – Moscow : KolosS, 2007. – 199 p.

6. *Froysteter, G. B.* Rheological and thermophysical properties of greases / G. B. Froysteter, G. V. Vinogradov. – Moscow : Khimiya, 1980. – 175 p.

7. Смазки пластичные. Методы определения пенетрации пенетрометром с конусом: ГОСТ 5346-78. – Введ. 01.01.1979. – 9 с.

8. Смазки пластичные. Определение температуры каплепадения в широком диапазоне температур: ГОСТ 32322-2013. – Введ. 01.01.2015. – М.: Стандартиформ, 2017. – 14 с.

N. P. Kucherenkov¹, D. N. Nebykov¹, O. A. Krotikova²

INFLUENCE OF BASE OIL POLARITY ON THE PROPERTIES OF ALUMINUM COMPLEX GREASES

¹Volgograd State Technical University

²LLC «INTESMO»

Abstract. An analysis of the influence of the base oils polarity on the characteristics of greases based on a complex aluminum thickener was carried out. It has been shown that with an increase in the surface tension of the base oil, the penetration value of greases decreases. The research results confirm the influence of the polarity of base oils on aluminum complex lubricating greases and allow us to predict some characteristics of lubricants depending on the oil used.

Keywords: base oils, polarity, lubricating greases.