

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ ДЛЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ
УЗЛОВ ТРЕНИЯ КАРДАНЫХ ПЕРЕДАЧ**

¹Кочерова В.А., ²Скасевич А.А., ²Медведь А.В.

¹ОАО «Белкард», г. Гродно, Беларусь, E-mail: askas@grsu.by

²УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
г. Гродно, Беларусь, E-mail: angelica@grsu.by

В работе рассматриваются функциональные твердосмазочные материалы, в состав которых вводили частицы регенерированного политетрафторэтилена (ПТФЭ) в пределах 1-15 мас.%. Исследованы триботехнические характеристики пластичной смазки. Проведена оценка эксплуатационных характеристик смазки на ОАО «Белкард» в составе крестовин карданного вала. Устойчивость исследуемой системы к окислению оценивали методом ИК-спектроскопии по скорости накопления продуктов окисления в смазке. Применение регенерированных продуктов переработки ПТФЭ в виде дисперсных порошков в составе пластичных смазок на литиевой основе позволяет повысить ресурс эксплуатации тяжело нагруженных узлов трения автомобильной и автотракторной техники.

Твердосмазочные материалы, триботехнические характеристики, функциональные добавки, регенерированный политетрафторэтилен.

Введение

Применение пластичных смазочных материалов в автомобильных узлах и агрегатах является распространенным техническим решением для существенного снижения интенсивности изнашивания и коэффициента трения. Увеличение срока эксплуатации пластичных смазок, несущей способности, коррозионной стойкости пластичных смазок и т.д., позволяет существенно увеличить срок службы деталей трения без обслуживания [1].

Введение в состав смазок разнообразных присадок позволяет изменить свойства исходных пластичных смазочных материалов. Помимо снижения износа и трения, что является прямой функцией смазочных материалов, последние должны отводить тепло из зоны трения, защищать смазываемые поверхности от коррозии, а в отдельных случаях передавать движение в гидравлических системах [2]. При этом необходимо отметить, что пластичные смазки в большей степени, чем жидкие масла, склонны к окислению и деструкции [1].

Для смазывания игольчатых подшипников карданных валов, высокоскоростных узлов трения и других механизмов, работающих продолжительное время, хорошо зарекомендовали себя пластичные смазки общего назначения на литиевых загустителях.

Методика проведения эксперимента. Обсуждение результатов

В данной работе при получении смазочного продукта использовали смазку «ИТМОЛ-150Н» ТУ ВУ 100029077.005-2006. Для повышения триботехнических характеристик смазок в их состав вводят функциональные добавки, чаще всего твердосмазочные материалы [3, 4]. С целью повышения ресурса эффективной работы пластичной смазки в ее состав вводили частицы регенерированного политетрафторэтилена в пределах 1-15 мас.%. Отходы фторопласта измельчали на установке лабораторной дезинтеграции по криогенному измельчению до фракции менее 50 мкм.

Оценку триботехнических характеристик полученных композиций проводили на микротрибометре FT-2 по схеме «диск-шар» при скорости вращения 0,5 м/с под нагрузкой 20 Н. Результаты исследования коэффициента трения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Среднее значение коэффициента трения образцов

Состав	Среднее значение коэффициента трения, f
ИТМОЛ-150Н	0,35
ИТМОЛ-150Н + 1 мас. % р.ПТФЭ	0,35
ИТМОЛ-150Н + 3 мас. % р.ПТФЭ	0,33
ИТМОЛ-150Н + 5 мас. % р.ПТФЭ	0,36
ИТМОЛ-150Н + 7 мас. % р.ПТФЭ	0,36
ИТМОЛ-150Н + 10 мас. % р.ПТФЭ	0,37
ИТМОЛ-150Н + 13 мас. % р.ПТФЭ	0,39

Триботехнические испытания показали, что при добавлении в смазку «ИТМОЛ-150Н» регенерированного ПТФЭ в количестве 3 мас. %, наблюдается минимальное значение коэффициента трения в сравнении с исходной смазкой «ИТМОЛ-150Н». Повышение содержания в пластичной смазке регенерированного ПТФЭ в количествах более 3 мас. % влечет за собой некоторое увеличение коэффициента трения, что объясняется загущающим эффектом воздействия наполнителя и снижением подвижности смазки. Это предположение подтверждается данными определения температуры каплепадения пластичной смазки. Сущность метода заключается в определении температуры, при которой происходит падение первой капли или касание дна пробирки нефтепродукта, помещенного в нагревательную ячейку. Установлено, что при содержании 15 мас.% регенерированных частиц ПТФЭ температура каплепадения достигает 217 °С при этом исходная смазка имеет температуру каплепадения 202 °С.

Проведена оценка эксплуатационных характеристик пластичной смазки «ИТМОЛ-150Н», содержащей регенерированный ПТФЭ в пределах 1.7 мас. %, по программно-методике И37.403.667 «Программа-методика проведения испытаний на надежность карданных шарниров и карданных валов» на предприятии ОАО «Белкард» в составе крестовин карданного вала АА-10.040.5000-850/1330 (рис.1).



Рисунок 1 – Крестовина 53А-2201030-01 после проведения стендовых испытаний

Эффективность смазочных составов оценили по результатам исследования шероховатости шипов крестовин на профилографе-профилометре 252 после проведения испытаний (табл.2). Исходная шероховатость крестовины до проведения испытаний составляла в среднем $R_a=0,63$ мкм.

Таблица 2 – Значения шероховатости шипов крестовин по результатам проведения испытаний

Составы пластичной смазки	Шероховатость R_a , мкм				Ср. знач., мкм
	1 шип	2 шип	3 шип	4 шип	
ИТМОЛ-150Н + р. ПТФЭ 1 мас. %;	0,3	0,29	0,28	0,27	0,29
ИТМОЛ-150Н + р. ПТФЭ 3 мас. %;	0,29	0,28	0,28	0,26	0,28

Продолжение таблицы 1

ИТМОЛ-150Н + р. ПТФЭ 5 мас. %;	0,29	0,27	0,28	0,27	0,28
ИТМОЛ-150Н + р. ПТФЭ 7 мас. %;	0,28	0,27	0,27	0,26	0,27
ИТМОЛ-150Н исходная	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31

В результате проведения стендовых испытаний крестовин карданного вала, установлено, что частицы регенерированного ПТФЭ при введении в состав пластичной смазки «ИТМОЛ-150Н» вызывают сглаживание шероховатости шипов крестовин.

Введение модификатора в состав смазки положительно сказывается и на термостабильность смазочных материалов. ИК-спектроскопические исследования испытанных составов зафиксировали изменения надмолекулярной структуры исследуемых составов (табл. 3).

В области, соответствующей волновым числам 720 см^{-1} и 1380 см^{-1} , наблюдается увеличение пиков интенсивности полос поглощения, что говорит об усилении маятниковых колебаний молекул.

В области, соответствующей волновым числам 1160 см^{-1} и 1210 см^{-1} , при увеличении количества модификатора наблюдается увеличении групп атомов С-Ф с валентными колебаниями.

Таблица 3 – Характеристические полосы поглощения в ИК-спектрах и распределение потенциальной энергии для отработанной пластичной смазки ИТМОЛ-150Н

Волновое число, см^{-1}	Колебание	Оптическая плотность, D				
		ИТМОЛ-150Н (отработанная)				
		исх.	1%	3%	5%	7%
720	CH_2 маятниковые колебания	0,077	0,065	0,065	0,062	0,074
1160	С-Ф валентные колебания	–	0,017	0,024	0,043	0,041
1210	Преимущественно С-Ф валентные колебания	–	0,007	0,017	0,029	0,031
1380	CH_3 деформационные колебания	0,083	0,079	0,086	0,084	0,086
1460	Деформационные колебания алифатических CH_2 - и CH_3 -групп	0,277	0,202	0,213	0,208	0,218
1570	С-О валентные симметричные и асимметричные колебания в RCOO –	0,102	0,043	0,043	0,046	0,053
1590	Преимущественно С=С валентные колебания ароматических циклов	0,182	0,098	0,088	0,095	0,1
1740	С=О валентные колебания в алкил – O-C(O)-R	0,017	0,009	0,009	0,011	0,012
2840	Валентные симметричные колебания алифатических CH_3 -групп	0,424	0,426	0,426	0,421	0,434
2920	Валентные асимметричные колебания алифатических CH_2 -групп	1,272	1,288	1,286	1,279	1,279
2960	Валентные асимметричные колебания алифатических CH_3 -групп	0,248	0,227	0,225	0,222	0,226

Устойчивость исследуемой системы к окислению оценивали по скорости накопления в композиционном составе продуктов окисления в области спектра 1570 см^{-1} . В отработанной смазке количество групп С-О в материале три раза больше, чем в исходной смазке. При увеличении содержания модификатора от 1 мас. % до 7 мас. %, оптическая плотность данной полосы поглощения уменьшается. Это свидетельствует о том, что введение модификатора замедляет процессы старения смазки.

Выводы

Таким образом, применение регенерированных продуктов переработки ПТФЭ в виде дисперсных порошков размерами менее 50 мкм в составе пластичных смазок на литиевой основе позволяет повысить ресурс эксплуатации тяжело нагруженных узлов трения автомобильной и автотракторной техники.

Список литературы:

1. Богданович П.Н. Трение и износ в машинах / П.Н. Богданович, В.Я. Прушак – Минск «Вышэйшая школа»: учеб. для вузов, 1999 – 374 с.
2. Кравченко, В.И. Карданные передачи: конструкции, материалы, применение / В.И. Кравченко, Г.А. Костюкович, В.А. Струк; под ред. В.А. Струка. – Мн.: Тэхналогія, 2006. – 409 с.
3. Пластичная смазка : пат. 2395563 Российская Федерация, МПК С 10 М 125/02, С 10 М 125/22, С 10 М 133/12, С 10 М 117/02, С 10 М 119/24 / М.Г. Иванов, Д.М. Иванов; заявитель Уральский государственный лесотехнический университет. – № 2009105304/04; заявл. 16.02.09; опубл. 27.07.10 // Официальный бюлл. // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. – 2010. – № 21. – С. 8.
4. Пластичная смазка для тяжело нагруженных узлов трения качения: пат. 2529461 Российская Федерация, МПК С 10 М 107/10, С 10 М 117/02, С 10 М 125/02, С 10 М 133/12, С 10 М 129/10, С 10 М 105/38, С 10 N 40/04 / С.А. Савинков, А.В. Никитин, И.Е. Федоров, И.А. Евдокимов; заявитель Общество с ограниченной способностью «Инженерная смазочная компания МИСКОМ». – № 2013140311/04; заявл. 30.08.13; опубл. 27.09.14 // Официальный бюлл. // Федеральная служба по интеллектуальной собственности. – 2014. – № 27. – С. 6.